

Untersuchungen über die Labfähigkeit der Milch in Abhängigkeit von der Fütterung

Ein Beitrag, die Wirkstoffversorgung der Milchkühe
zu erkennen

Paul Weißweiler

1961

Aus dem Institut für Tierzucht, Vererbungs- und
Konstitutionsforschung der Universität München
Vorstand: Professor Dr. Dr. H. Bauer

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE LABFÄHIGKEIT DER MILCH
IN ABHÄNGIGKEIT VON DER FÜTTERUNG

Ein Beitrag, die Wirkstoffversorgung der Milchkühe zu erkennen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Paul Weißweiler
aus Köln-Mülheim

1961

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. A. Meyn
Referent: Professor Dr. Dr. H. Bauer

Tag der Promotion: 26. Juli 1961



Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit zugeeignet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	1
Literatur	3
Eigene Untersuchungen	9
Material	9
Methodik	11
Ergebnisse	17
Diskussion	25
Zusammenfassung	34
Literaturverzeichnis	36
Lebenslauf	45



Digitized by the Internet Archive
in 2026

E I N L E I T U N G

In der Praxis begegnet der Tierarzt sehr oft Störungen im Mineralstoffhaushalt der Rinder, besonders bei Calcium- und Phosphormangel. Der alimentäre Calcium- und Phosphormangel gründet auf unzureichender Versorgung mit diesen Stoffen durch das Wirtschaftsfutter. Zum Teil ist diese durch starke Nutzung des Bodens und zu geringen Phosphorersatz durch die Düngung, zum Teil auch durch die geologische Struktur des Bodens bedingt. Störungen im Mineralstoffhaushalt führen häufig zu verminderter Fruchtbarkeit oder zur Sterilität. Eine solche Bedeutung der Mineralstoffe wurde erstmals von THEILER u. M. (1932) für den Phosphor nachgewiesen. Daß Calcium, Mangan und das Vitamin D einen Einfluß auf die Fruchtbarkeit haben, zeigen die Untersuchungen von HIGNETT (1956):

Voraussetzung für eine gezielte wirtschaftliche Therapie ist, daß der tatsächliche Mineralstoffmangel festgestellt wird. Die Diagnose, wieweit der Organismus ausreichend mit Mineralstoffen versorgt wird, bereitet dem Tierarzt oft erhebliche Schwierigkeiten. Der Mineralstoffgehalt des Blutserums bleibt in engen Grenzen konstant (KIRCHGESSNER 1959, BRÜGGEMANN u. M. 1953). Der Blut-Calcium-Spiegel ist bei sterilen Tieren zwar erkennbar, aber nicht deutlich erniedrigt (ROTH 1956). Veränderungen der Blutserum-Werte werden erst deutlich erkennbar, wenn der Mineralstoffmangel schon weit fortgeschritten ist. Futtermittelbeurteilung sowie Futtermittel- und Bodenanalysen lassen zwar Schlüsse zu, sind aber fast ebenso aufwendig wie die Blutuntersuchung und können nur Anhaltspunkte geben. Das gleiche gilt für die Organbiopsie, vor allem der Leber. Neuerdings wird von BROCHART (1956/57) auf die Möglichkeit der Mineralstoffbestimmung in den Haaren als Hilfsmittel für die Diagnose der Calcium- und Phosphorversorgung mit dem Futter hingewiesen. Auch KOETSVELD (1958) untersuchte die Haare auf ihren Gehalt an Kupfer und Mangan, um so die Versorgung des Organismus mit den genannten Spurenelementen zu prüfen.

FRICKE (1958), WAUSCHKUHN (1954) und LENKEIT (1954) haben gezeigt, daß enge Beziehungen bestehen zwischen der Mineralstoffversorgung, Mineralstoffresorption und deren Beeinflussung durch das Vitamin D einerseits und dem Labgerinnungsvermögen der Milch andererseits. In den letzten Jahrzehnten nehmen in den Molkereien die Schwierigkeiten bei der Verarbeitung von labträger Milch ständig zu (FRICKE). Ebenso häufen sich die Fälle der durch Mineralstoffmangel bedingten Sterilitätsformen immer mehr. Bereits FRICKE

kam zu der Annahme, daß in einem Betrieb mit mangelhafter Fruchtbarkeitslage schlechte Befruchtungsergebnisse und die Lieferung von labträger Milch einen Komplex bilden.

Herr Professor Dr. Dr. H. Bauer stellte mir die Aufgabe, mit einer geeigneten, einfachen aber ausreichend genauen Methode die Labgerinnungsfähigkeit der Milch von Kühen zu untersuchen, die verschiedenen Beständen mit unterschiedlicher Mineralstoffversorgung angehörten. Die Messungen sollten zu verschiedenen Jahreszeiten stattfinden, um die Einflüsse der Jahreszeiten zu erfassen. Ziel der Untersuchung war, herauszufinden, ob mit dieser Methode die Mineralstoffversorgungslage eines Bestandes oder auch eines einzelnen Tieres überprüft werden konnte. Daneben sollte auch untersucht werden, ob sich Beziehungen zwischen den erhaltenen Versuchsergebnissen und der Fruchtbarkeitslage der untersuchten Tiere feststellen ließen.

L I T E R A T U R

FRICKE (1958) stellte in Betrieben, deren Milch als labträge bekannt war, Untersuchungen an. Bei diesen Untersuchungen wurde die Milch der Betriebe vor Beginn des eigentlichen Versuches auf ihre Labfähigkeit untersucht. Dann wurde allen Tieren Dicalciumphosphat und Vitamin D_3 über längere Zeit verabreicht. Aus allen derart behandelten Beständen wurde in Abständen von etwa einer Woche die Labqualität der Milch untersucht. FRICKE stellte bereits nach drei Wochen eine deutliche Verbesserung der Labfähigkeit fest. Zur Untersuchung der Labfähigkeit diente die Labgärprobe, bei welcher nach 6stündiger Bebrütung einer mit Lab versetzten Milchprobe die Beurteilung in 5 Klassen erfolgt.

WAUSCHKUHN (1954) stellte in einem Großversuch Untersuchungen über den Einfluß von Vitamin D_3 auf die Labfähigkeit der Milch an. Dabei gelang es ihm, durch regelmäßig und längere Zeit gefüttertes Vitamin D_3 die anfangs käseuntaugliche Milch aus den Einzugsgebieten mehrerer Molkereien so zu verbessern, daß sie nach vier Wochen für den Käsebetrieb brauchbar war. Eine weitere Verbesserung der Labeigenschaften war durch die gleichzeitige Verfütterung von Dicalciumphosphat möglich.

Dagegen konnte FLÜCKIGER (1959), nachdem er längere Zeit hindurch an Kühe pro Tier und Tag 200 ccm Lebertran verabreicht hatte, weder eine Verbesserung der Labeigenschaften noch eine Veränderung am Calcium-Phosphorgehalt der Milch feststellen.

Über die Abhängigkeit der Labgerinnung vom Mineralstoffgehalt der Milch liegt eine Reihe von Untersuchungen vor. Die Zusammenhänge zwischen den Mineralstoffen der Milch - speziell denen des Kaseins - und der Labgerinnung werden erst klar, wenn man den Aufbau des Kaseinmoleküls und die für die Labgerinnung notwendigen Bedingungen betrachtet.

Lab ist ein Ferment, welches aus der Magenschleimhaut von Kälbern gewonnen wird. Unter bestimmten Bedingungen vermag es, gelöstes Kasein und Milch zur Gerinnung zu bringen.

Kasein ist ein in der Säugetiermilch enthaltener calciumphosphathaltiger Proteinkomplex. Er wird durch Säuren oder milchkoagulierende Fermente ausgefällt. Seine Struktur ist sehr kompliziert, und über seinen Aufbau herrscht noch keine einheitliche Auffassung und Klarheit. Doch ist unter anderem gerade die "Feinstruktur" des Kaseinkörpers von entscheidender Wichtigkeit für

die Vorgänge bei der Labgerinnung (HOSTETTLER u. M. 1950, LENKEIT 1954 und FRICKE 1958).

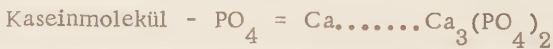
Eine Erklärung dieser Feinstruktur gibt KING (1959). Danach sind am Kaseinmolekül drei Strukturen zu unterscheiden: eine primäre, eine sekundäre und eine tertiäre. Die primäre Struktur des Kaseinmoleküls wird durch die Art und Zahl der am Aufbau beteiligten Aminosäuren und deren Reste bestimmt. Die sekundäre Struktur, welche die räumlichen Eigenschaften des Moleküls bestimmt, wird an den Stellen der Peptidbindungen festgelegt. Dort findet die Bildung einer sogenannten "Schnecke" statt. Schließlich entsteht die tertiäre Struktur durch Faltung der Hauptketten mittels Seitenketten zu Segmenten. Diese Seitenketten unterteilen sich in polare = wasseranziehende und nichtpolare = wasserabstoßende Ketten, wobei die polaren wieder in ionisierbare und nicht-ionisierbare zu unterteilen sind. Die ionisierbaren Seitenketten teilen sich ihrerseits wieder in anionische und kationische Ketten auf.

Die tertiäre Struktur gibt mit ihren freien Seitenketten dem Kaseinpartikel das physikalisch-chemische Gepräge. Native Kaseinteilchen in der Milch sollen negativ geladen sein, also einen Überschuß an anionischen Seitenketten besitzen.

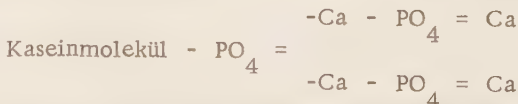
Es sei hier ausdrücklich vermerkt, daß außer dieser weit verbreiteten Theorie von einem kettenförmigen Aufbau des Eiweißmoleküls auch noch eine Reihe anderer Ansichten besteht, wie JORDAN (1951) ausführt. Doch wird dadurch nichts an den grundsätzlichen Überlegungen und Problemen der vorliegenden Arbeit geändert.

In dem Eiweißgerüst des Kaseinmoleküls ist Phosphorsäure esterartig an Hydroxylgruppen der Aminosäuren Serin und Threonin gebunden. Calciumkaseinat bildet mit Tricalciumphosphat einen Komplex.

Die am Calciumkaseinat-Calciumphosphat-Komplex vorliegenden Bindungsverhältnisse sind entweder komplexer Art



wobei Calciumphosphat an das Calciumkaseinat nur adsorbiert ist, oder es liegt eine chemische Verbindung vor



(HOSTETTLER u. M. 1949). Die Bindungsverhältnisse dieses Komplexes sind für die Labgerinnung von Bedeutung (HOSTETTLER u. M. 1950, MOCQUOT u. M. 1954, SCHULZ 1951).

Zwischen dem ionogenen Calcium des Milchserums und dem komplexgebundenen Calcium im Kasein besteht ein Gleichgewicht. Um dieses Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, zerfällt ein Teil der Kaseinpartikel unter Abspaltung von Calcium, wenn Milch oder eine Kaseinaufschwemmung mit Wasser verdünnt wird, jedoch nicht bei Verdünnung mit isotonischer Calciumchloridlösung (KING 1959 und HOSTETTLER u. M. 1950). EVENHUIS u. M. (1956) weisen darauf hin, daß nicht unbedingt eine chemische Bindung zwischen dem Kasein und dem Calciumphosphat bestehen muß. Ein Versuch, bei dem die Stabilität einer Kaseinaufschwemmung im gleichen Maße abnahm wie die Adsorption von hinzugefügtem Phosphat zunahm, führte MULDER u. M. (1959) zu der Annahme, daß im Calciumkaseinat-Calciumphosphat-Komplex der Milch tertiäres Calciumphosphat an Calciumkaseinat nur adsorbiert ist. Je höher die Adsorption von Calciumphosphat durch das Calciumkaseinat ist, um so größer ist die Koagulationsstufe der Labaktivität. Wird das Calciumphosphat durch Gelatine geschützt, dann erhält man verschiedene Ergebnisse, die darauf hinweisen, daß normalerweise eine chemische Einheit zwischen dem Calciumkaseinat und dem Calciumphosphat besteht. Die Verlängerung der Labzeit bei erhitzter Milch, die längere Zeit bei Zimmertemperatur aufbewahrt wird, ist auf den Zerfall des Calciumkaseinat-Calciumphosphat-Komplexes zurückzuführen (PYNE 1945).

Der Calciumkaseinat-Calciumphosphat-Komplex liegt in der Milch in kolloidaler Dispersion vor, die Größenordnung dieser Kaseinpartikel schwankt zwischen 40 und 1200 m μ (HOSTETTLER u. M. 1951, DJATSCHENKO 1959 und KING 1959).

Der Angriff des Labfermentes am Kaseinmolekül erfolgt in einer bisher noch nicht völlig geklärten Weise, vermutlich findet durch Zerstörung der sekundären und tertiären Kaseinstrukturen eine Denaturierung des Kaseins durch das Lab statt (KING 1959). Dabei läuft der Labgerinnungsvorgang in zwei Phasen ab, einer enzymatischen und einer nichtenzymatischen Phase (HOSTETTLER u. M. 1954, ALAIS u. M. 1953 und NITSCHMANN u. M. 1955).

Bei elektrophoretischen Untersuchungen am Kasein entdeckte man mehrere Fraktionen, hauptsächlich α -, β - und γ -Kasein. Eine dieser Fraktionen, vermutlich das α -Kasein, ist der Sitz einer Schutzkomponente, des sogenannten K-Kaseins. Dieses wirkt im gesamten Gefüge der Milch als Schutzkolloid und verhindert ein Ausfällen der übrigen dispergierten Kaseinteilchen (ALAIS u. M. 1953, NITSCHMANN u. M. 1955).

Die erste Phase des Gerinnungsvorganges besteht darin, daß die K-Komponen-

te in einer nicht näher bekannten Weise angegriffen wird und dabei ihre stabilisierende Eigenschaft verliert. Daraufhin fällt der nunmehr schwer löslich gewordene Kasein-Calcium-Phosphor-Komplex aus. Diese letzte Phase der Gerinnung nach der "Entstabilisierung" des Kaseins wird als die nicht-enzymatische Phase bezeichnet.

Vermutlich greift Lab den Calciumkaseinat-Calciumphosphat-Komplex an der ~~Estherbindung~~ der Phosphorsäure an. Durch Spaltung dieser Bindung wird Kasein zu Parakasein, welches sich leicht mit den Calciumionen der Milch verbindet und dadurch seine Löslichkeit verliert. Die Calciumionen treten als Brücke zwischen den Parakaseinteilchen auf: Parakasein - Ca-Ion - Parakasein. Das erklärt die beschleunigende Wirkung, die ein Zusatz von Calciumchlorid-Lösung zur Milch bei der Labgerinnung hat. Die Empfindlichkeit auf Calciumionenzusatz zur Milch wird durch ionogene Gruppen und -OH-Gruppen von Phosphorresten im Kaseinmolekül bedingt. Diese entstehen durch Hydrolyse der Phosphoamidverbindungen HO-P-N, wodurch Kasein zu Parakasein wird (DJAČENKO 1958).

Wie durch zahlreiche Versuche nachgewiesen werden konnte, liegt der Angriffspunkt des Labfermentes an der Oberfläche der Kaseinpartikel (HOSTETTLER u. M. 1951, NITSCHMANN u. M. 1951 und CHEVALIER u. M. 1950). HOSTETTLER u. M. (1954) untersuchten den Gerinnungsvorgang elektronenmikroskopisch und stellten dabei fest, daß sich die anfangs kugelförmigen Kaseinmoleküle zusammenlagern und schließlich ein dreidimensionales Netzwerk bilden, welches den sogenannten Labkuchen darstellt. Da in der ersten Hälfte der Gerinnungszeit an den Kaseinpartikeln keine sichtbaren Veränderungen stattfinden, deckt sich diese Beobachtung mit den Annahmen der Zwei-Phasen-Theorie.

Die Schutzkolloidtheorie, die sich mit der Zwei-Phasen-Theorie ebenfalls in Einklang bringen läßt, wird vertreten von WAKE (1959), WAUGH u. M. (1958), KIYOSAWA u. M. (1958): sie stellten am α -Kasein zuerst Veränderungen fest - BURJUANA u. M. (1956), HIPPEL u. M. (1956), PYNE (1951) und CHERBULIEZ u. M. (1950). Nach letzteren sind Calcium- β -Kaseinate und γ -Kaseinate schwer löslich und werden vom α -Kaseinat in Lösung gehalten.

Die zum Teil voneinander etwas verschiedenen Theorien über die Vorgänge bei der Labgerinnung sind nicht immer scharf voneinander abzugrenzen, sie greifen teilweise ineinander über. Sie bringen aber alle die Bedeutung der beiden wichtigsten in der Milch vorkommenden Minerale Calcium und Phosphor

sowohl für den Aufbau des Kaseinmoleküls und dessen Feinstruktur als auch für die Vorgänge der Labgerinnung zum Ausdruck.

Um die Abhängigkeit der Labgerinnung von den Mineralstoffen der Milch zu erforschen, wurden zahlreiche Untersuchungen vorgenommen. WHITE u. M. (1958) analysierten die Kaseinsedimente von gut- und schlechtlaben-der Milch. Sie fanden, ebenso wie SCHWARZ u. M. (1952), daß nicht der absolute Calcium- und Phosphorgehalt im Kasein typisch für die Gerinnungszeiten ist, sondern hauptsächlich die in der Milch enthaltene Menge an ionisiertem Calcium, welches auf die nicht-enzymatische Phase der Labgerinnung fördernd wirkt. Außer den Calciumionen beschleunigen auch Magnesium- und Wasserstoffionen die Gerinnung und fördern außerdem die Festigkeit des Koagulums (WAARDEN 1948). Labträge Milch hat einen niedrigen Gehalt an löslichem und unlöslichem Calcium und anorganischem Phosphor, dagegen aber einen hohen organischen Phosphoranteil (MOCQUOT u. M. 1954).

Die Schlüsselstellung der Calciumionen bei der Labgerinnung der Milch konnten SASAKI u. M. (1955), BISHOV u. M. (1956) und VERMA u. M. (1959) durch unabhängig voneinander angestellte, einander ähnliche Versuche deutlich machen. Sie entfernten die Calciumionen aus frischer Milch oder decalcifizierten die Milch vollständig und stellten dabei fest, daß danach die Labgerinnung stark verlangsamt war und bei völliger Decalcifizierung ganz ausblieb. Nach Zusatz von löslichen Calciumsalzen trat die Labgerinnung jedoch rasch wieder ein. Durch diese Ergebnisse wird die Annahme, daß hauptsächlich die Calciumionen bei der Bildung unlöslicher Milchprotein-komplexe beteiligt und sogar unbedingt notwendig seien, stark gestützt. BELOUSOV (1958) gelangte durch Versuche zu der Feststellung, daß die Labgerinnungszeit einer Milch umgekehrt proportional zu der Konzentration ihrer Calciumionen sei.

Eine Reihe von Untersuchungen beschäftigt sich mit der Bedeutung der weiterhin natürlicherweise in der Milch vorkommenden Mineralstoffe und Spurenelemente. GODED (1953) fand, daß Manganzusatz zu einem Milch-Labgemisch die Gerinnung stärker beschleunigt als der Zusatz von Calcium, Magnesium und anderer Minerale. MAZE u. M. (1941) setzten zu einer Milch-Labmischung äquimolekulare Mengen von Chlorsalzen der Metalle Mangan, Eisen, Zink, Chrom, Kobalt, Kupfer und Nickel zu. Dabei stellten sie zum Teil wesentliche Verkürzungen der Labgerinnungszeiten fest, während nach Zusatz der drei zuletzt genannten Salze die Gerinnungszeiten verlängert waren. Die Autoren erklären diese Erscheinung damit, daß durch die Metalle eine Veränderung des Mineralstoffgleichgewichtes im Kaseinmolekül stattfindet.

Ferner seien noch zwei Versuche erwähnt, welche die Bedeutung der Mineralstoffe und ihrer Ionen für den Gerinnungsmechanismus und den Mineralstoffgehalt der Milch deutlich machen: WAKUI u. M. (1954) stellten eine Verlängerung der Gerinnungszeiten nach Zusatz der Halogene Jod, Brom und Chlor in dieser Reihenfolge fest. Eine Gerinnungsbeschleunigung trat nach Zugabe der Erdalkalien Calcium, Barium und Magnesium ein. Von den Schwermetallen wirkten Mangan und Kadmium ebenfalls beschleunigend, während Eisen und Kupfer eine schwach hemmende Wirkung hatten. Diese Beobachtung erklären sie mit dem aktivierenden Einfluß der betreffenden Ionen auf das Labferment und ihrer Beteiligung an den Labgerinnungsvorgängen für die Fälle, in denen eine Beschleunigung der Gerinnung zu verzeichnen war. FLÜCK (1955) machte Fütterungsversuche mit Natriumfluorid und radioaktivem Calcium. Die Milch der mit Natriumfluorid versorgten Tiere zeigte einen stärkeren Calciumgehalt als vor dem Versuchsbeginn. Besonders hoch war der Anteil des radioaktiven Calciums im Kasein. Im Blutserum war dagegen weniger Ca^{45} zu finden als vor der Verabreichung von Natriumfluorid. Demnach scheint Natriumfluorid die Abgabe von Calcium aus dem Körper an die Milch bei der Kaseinsynthese zu unterstützen.

Diese Versuche zeigen die große Bedeutung aller in der Milch vorkommenden Mineralien und Spurenelemente für die Vorgänge, welche sich bei der Labgerinnung abspielen. Daß auch die Fütterung einen Einfluß auf den Wirkstoffgehalt der Milch und ihre Labeigenschaften ausübt, zeigen die Versuche von FLÜCK, FRICKE und WAUSCHKUH. N.

Die Abhängigkeit der Fruchtbarkeit von der Ernährung ist hinreichend bekannt, besonders die Mineralstoffe können die Fruchtbarkeit beeinflussen. Daß Phosphormangel allein schon zur Sterilität führen kann, wurde erstmals von THEILER u. M. (1932) erkannt und ist seitdem durch zahlreiche Untersuchungen wiederholt bestätigt worden (HIGNETT 1956, ASDELL 1955 und LAING 1955).

Die Rolle der Spurenelemente ist zwar nicht so eindeutig, doch geht aus einer Reihe von Untersuchungen hervor, daß besonders Kupfer, Kobalt und Mangan sowie andere Spurenelemente Einfluß auf die Fruchtbarkeit nehmen können (BAUER 1953 und HIGNETT 1956).

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Tabelle 1: Zahl der untersuchten Kühe in den einzelnen Betrieben

Schleißheim

Zeit der Untersuchung	Zahl der Kühe
Herbst 1958	60
Frühjahr 1959	44
Herbst 1959	43

Kleinbetriebe

Betrieb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Gesamt- zahl
1958	7	6	8	7	9	4	2	10	3	4	2	6	5	73
1959	7	7	4	9	7	4	2	9	3	5	2	5	8	72

Material

Für die Untersuchungen stand ein Großbetrieb in der Nähe von München, das Lehr- und Versuchsgut Schleißheim der Tierärztlichen Fakultät der Universität München zur Verfügung. Der Rinderbestand dieses Betriebes setzt sich aus vier Rassen zusammen, aus Fleckvieh, Graubraunem Höhenvieh, Schwarzbuntem Niederungsvieh und Rotem Dänenvieh.

Zum Vergleich wurden 13 Kleinbetriebe aus dem Landkreis Parsberg in der Oberpfalz untersucht. Bei dem dort untersuchten Material handelt es sich ausschließlich um Tiere der Höhenfleckviehrasse. Diese Rasse wurde erst um die Jahrhundertwende dort eingeführt und hat sich an die für sie ungewohnten Lebensverhältnisse - sehr häufig unzureichende Stallungen, knappe Grünfütterversorgung, ganzjährige Stallhaltung und oft auch noch Arbeitsleistungen - noch nicht genügend angepaßt (MALLY 1953).

Bei den Untersuchungen konnten keine rassebedingten Unterschiede in der Labqualität der Milch oder den Zwischenkalbezeiten gefunden werden, und deshalb wurde das Zahlenmaterial aus allen Betrieben gemeinsam behandelt. Über die Anzahl der in den einzelnen Untersuchungsperioden zur Verfügung stehenden Kühe gibt die Tabelle 1 Auskunft.

Der Betrieb Schleißheim stellt einen oberbayerischen Niederungsmoorbetrieb dar. Bodenuntersuchungen nach zu urteilen war der Boden mit Phosphor zu 71 % schlecht, zu 25 % mäßig und nur zu 4 % gut versorgt. Dagegen ist der Kalkgehalt des Bodens zum großen Teil gut (36 %) oder ausreichend (33 %). Die Versorgung mit Kupfer liegt bei 3,0 - 3,4 mg % und ist ebenfalls nur mäßig. Ähnlich liegen die Verhältnisse für Mangan. Durchschnittlich enthält der Boden 3,0 - 6,9 mg % Mangan, das entspricht einem Manganmangel des Bodens. Eine ausreichende Versorgung mit Mangan von 8,9 - 15,5 mg % ist dagegen auf wenigen Parzellen anzutreffen.

Das Calcium-Phosphor-Verhältnis im Grünfutter liegt zwischen 2,65 und 2,16 zu 1.

Die Kühe erhielten bis zum Winter 1958/59 200 g einer Mineralstoffmischung mit 5,24 % Phosphor und 11,3 % Calcium. Der Gehalt an Spurenelementen betrug 1,718 %. Weiterhin waren 80 000 I.E. Vitamin D in 1 kg der Mischung enthalten. Vom Februar 1959 ab wurden 150 g einer Mischung mit 12,3 % Phosphor und 15,8 % Calcium, 4,2 % Spurenelementen und 80 000 I.E. Vitamin D je kg der Mischung verabreicht.

Eine entsprechende Mineralstoffversorgung der Tiere wurde auch nach Beendigung der Winterfütterungsperiode weiter fortgesetzt.

Die Kleinbetriebe liegen im Landkreis Parsberg in der Oberpfalz. Diese Gegend gehört geologisch dem Jura an. Bei einer mittleren Jahresdurchschnittstemperatur von 7 - 7,5 °C sind die Niederschlagsmengen mit weniger als 750 mm im langjährigen Mittel verhältnismäßig gering. Der Anteil des Dauergrünlandes an der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit 19 % ist ebenfalls klein (JUNGEHÜLSING 1958).

Bei den Böden des Landkreises Parsberg handelt es sich um flachgründige Verwitterungsböden aus mittelschwerem bis schwerem Lehm. Dabei weist die Bodenstruktur oft schon auf kleinstem Gebiet erhebliche Unterschiede auf (MALLY 1953). Über die Bodenverhältnisse der Kleinbetriebe geben Bodenuntersuchungen Auskunft, die von der Bayerischen Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft in Weißenstephan in den Jahren 1958/59 vorgenommen wurden.

Danach ist das Ackerland mit Phosphor zu 25 % gut versorgt, 37 % der Äcker sind mäßig und 38 % schlecht versorgt. Dagegen sind vom Grünland nur 15 % gut versorgt, während 30 % mäßig und 55 % schlecht versorgt sind. Die Kalkversorgung des Bodens ist allgemein gut; nur 1,55 % des Ackerlandes und 6 % des Grünlandes sind ungenügend mit Kalk versorgt. Über den Gehalt des Bodens

an Spurenelementen konnten keine Angaben erhalten werden.

In den Prozentangaben drückt sich ein starker Phosphormangel des Bodens aus, der zum Teil noch durch den reichlichen Kalkgehalt des Bodens verstärkt wird. Wie ein Vergleich der Prozentzahlen erkennen läßt, ist der Phosphormangel auf dem Grünland besonders stark. Diese Angaben dürften mit ausreichender Sicherheit auch für die von uns untersuchten Betriebe zutreffen, da die untersuchten Bodenproben aus allen Teilen des Landkreises Parsberg stammen und die erwähnten Kleinbetriebe an verschiedenen Stellen des Landkreises Parsberg liegen.

In 9 der 13 untersuchten Kleinbetriebe wurde ein geprüftes Mineralstoffgemisch gefüttert. Eine Kontrolle darüber, ob die zusätzliche Versorgung mit diesen Wirkstoffen regelmäßig und in ausreichender Menge erfolgte, war jedoch nicht möglich.

Methodik

In jedem Betrieb wurde die Milch von allen Tieren zweimal untersucht. Die erste Untersuchung fand vor Beginn der Winterfütterung 1958/59 statt, in Schleißheim vor dem Weideabtrieb. Die zweite Untersuchung erfolgte dann im folgenden Frühjahr, bevor die Sommerfütterung einsetzte, d. h. in Schleißheim, wiederum vor dem Weideauftrieb. Dazu kam im Sommer 1959 für Schleißheim noch eine dritte Probeuntersuchung, um einen Vergleich zu den beiden vorausgegangenen Messungen zu erhalten.

Die Labgerinnungszeiten der Milch wurden mit Hilfe der von HOSTETTLER u. M. (1954) beschriebenen Methode bestimmt. Die Milch wird nicht entfettet. Die pH-Werte der Milch liegen zwischen pH 6,45 und pH 6,83. Unmittelbar vor der Untersuchung wird der pH auf einen Wert von 6,5 eingestellt. Die Einstellung des pH-Wertes erfolgt mit 0,5 n Essigsäure, gegebenenfalls mit 0,5 n Natronlauge. Dadurch werden Schwankungen im fortschreitenden Säuregrad zwischen den zuerst und zuletzt untersuchten Proben ausgeschlossen und für alle Versuche ein gleiches pH-Niveau geschaffen. Diese Tatsache muß besonders während der warmen Sommermonate beachtet werden, auch wenn die Milch im Kühlschrank aufbewahrt wird. Bei unseren Versuchen wurde die Milch innerhalb von zwei Stunden in einen Kühlschrank gebracht und bei +5 bis +7° C bis zu ihrer Verarbeitung aufbewahrt.

Die Labgerinnungszeiten einer Milch, deren nativer pH-Wert durch Einstellen verändert wurde, sind ebenfalls verändert im Vergleich zu den Gerinnungs-

zeiten einer nicht eingestellten Milch. Jedoch bleiben die charakteristischen Merkmale der Gerinnungszeiten und ihrer graphischen Darstellung bestehen (Figur 1). Das gilt besonders dann, wenn mehrere Milchproben derart behandelt wurden und ihre Ergebnisse miteinander verglichen werden.

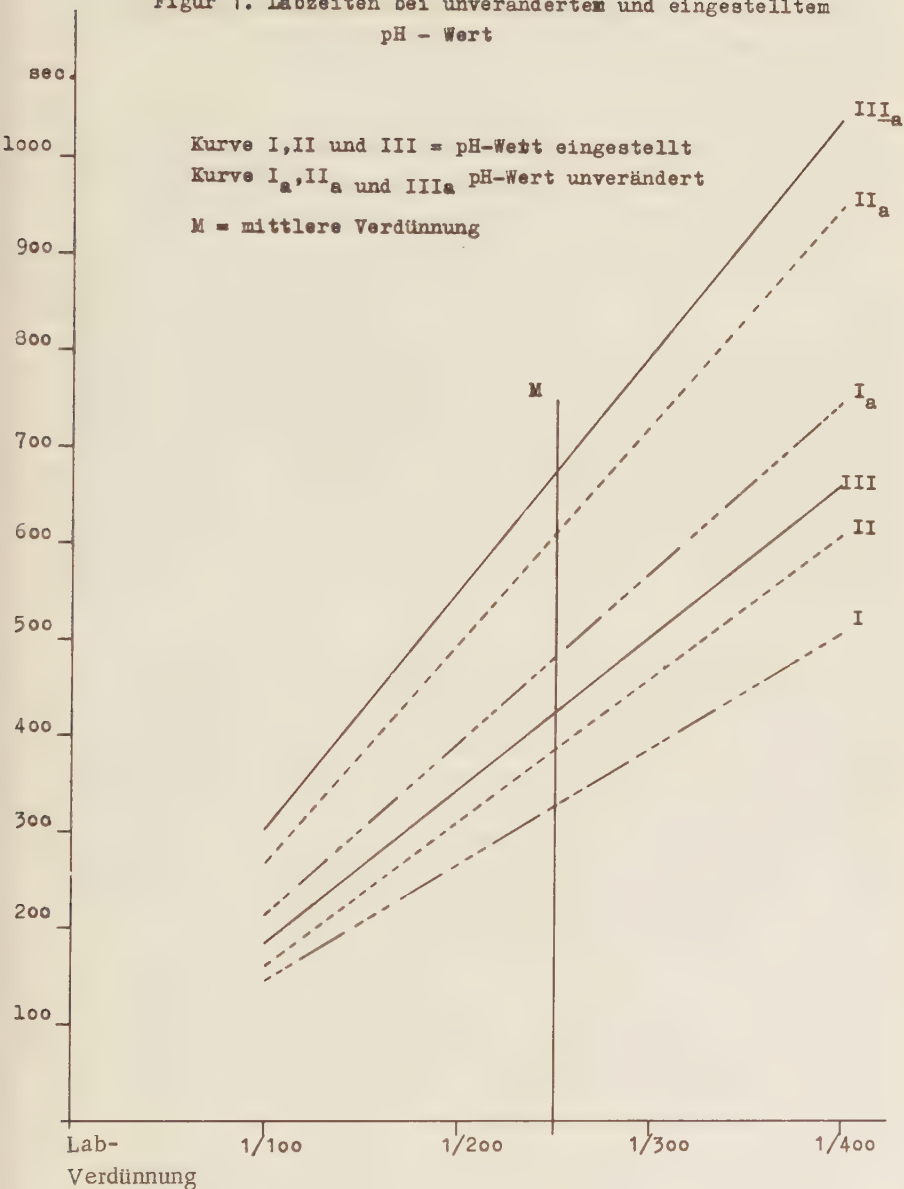
Ähnliche Beobachtungen an Milch mit gleichem pH machten PELTOLA (1949) und VILEGZHANIN (1942). Danach ist nicht allein der pH-Wert einer Milch für ihre Gerinnungszeit entscheidend. Zwei Milchproben mit gleichem pH haben sehr oft unterschiedliche Gerinnungszeiten, auch dann, wenn der pH-Wert nachträglich eingestellt wurde. BURTON (1956) beobachtete, daß im Bereich zwischen $\text{pH} = 5,8$ und $\text{pH} = 6,6$ keine Veränderungen im Dispersionsgrad des Kaseins eintreten, wohl aber bei einem pH über 6,6. Durch diese Dispersionsänderungen wird die Labgerinnungszeit mit Sicherheit beeinflusst.

Zur Untersuchung werden in 4 Bechergläser je 50 ml der vorher auf einen pH-Wert von 6,5 eingestellten Milch abpipettiert und im Wasserbad auf $35,5^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ erwärmt. Anschließend wird je 1 ml einer Lablösung in einer Verdünnung von 1:100, 1:200, 1:300 und 1:400 in die Milch gebracht. Zur Herstellung der Lablösung wird 1 g Labpulver in einem Meßkolben mit destilliertem Wasser zu 100 ml aufgefüllt. Die Lösung wird anschließend in einer Schüttelmaschine 15 Minuten leicht geschüttelt und nach Verschwinden des Schaumes durch ein Papierfilter filtriert. Von dieser Verdünnung 1:100 wird eine Verdünnungsreihe 1:200, 1:300 und 1:400 hergestellt.

Diese Verdünnungen werden im Kühlschrank aufbewahrt und bleiben 48 Stunden verwendungsfähig. Die Lablösungen werden den 4 Milchproben gleichzeitig zugegeben und gut vermischt, zugleich werden zwei Stoppuhren in Gang gebracht. Danach wird die mit der stärksten Lablösung versetzte Milch mit einem Thermometer umgerührt und an dessen Quecksilberkugel das Auftreten von Flocken abgewartet. Sobald die feinsten Flockungen sichtbar werden, wird eine Stoppuhr stillgesetzt und die Zeit abgelesen. Die so ermittelte Zeit stellt die Gerinnungszeit der Milch bei der entsprechenden Konzentration der Lablösung dar. Die Gerinnungszeiten der nächstfolgenden Proben verhalten sich umgekehrt proportional zu den Konzentrationsstärken der Lablösungen, d. h. sie betragen etwa das zwei-, drei- und vierfache der ersten Gerinnungszeit und werden analog der ersten Probe ermittelt, wobei man die Gerinnungszeiten zwischen den Proben jeweils addiert.

Die Auswertung erfolgt zunächst graphisch, indem in entsprechendem Maßstab die Verdünnungsreihe auf der x-Achse und die dazugehörigen vier Gerinnungszeiten auf der y-Achse aufgetragen werden (Figur 1). Dabei erhält man eine

Figur 1. Labzeiten bei unverändertem und eingestelltem
pH - Wert



nahezu aus dem Nullpunkt kommende Gerade, die mehr oder weniger steil ansteigt, je nachdem es sich dabei um eine Milch von guter oder schlechter Labqualität handelt.

Da im graphischen Schaubild die Labzeiten für die einzelnen Konzentrationen ohne wesentliche Abweichungen auf einer Geraden liegen, die bei allen Bestimmungen etwa aus dem Nullpunkt kommt, kann für jede Milch als charakteristischer Wert die Labzeit bei dem Mittelwert aller vier Verdünnungen genommen werden. Für diese Labzeit bei einer mittleren Verdünnung wählen wir den Ausdruck "Labwert". Die 4 Verdünnungen werden als ganze, vielfache Strecken auf der x-Achse dargestellt, und zwar sind die Strecken der Verdünnungen 1:200 bis 1:400 doppelt, dreifach und vierfach so lang wie die Strecke der stärksten Lösungen 1:100. Der Mittelwert aller Verdünnungen liegt daher in der Mitte der Strecke, die zwischen den beiden Punkten 1:100 und 1:400 liegt. Trägt man im Koordinatensystem den Wert für die mittlere Verdünnung durch eine Linie parallel zur Zeitachse ein, dann schneiden alle Geraden mit verschieden starker Steigerung diese Linie in verschiedenen Punkten. Fällt man von einem solchen Punkt das Lot auf die Zeitachse, erhält man die Gerinnungszeit der Milch bei der mittleren Verdünnung und damit den graphisch ermittelten "Labwert" (Figur 1).

Rechnerisch läßt sich dieser Wert aus dem Durchschnitt der Gerinnungszeiten von allen 4 Verdünnungen ermitteln. Diese einfache Verhältnisrechnung genügt, da, wie schon gesagt wurde, die für jede Milch charakteristische Gerade nahezu aus dem Nullpunkt kommt und die Einzelwerte praktisch keinerlei Abweichung zeigen. Die geringen Abweichungen von dieser Annahme haben auf die Labwerte und ihre gegenseitigen Beziehungen keinen Einfluß. Dies konnte bei einem Vergleich der graphisch ermittelten mit den durch Berechnung erhaltenen Labwerten festgestellt werden. Ferner würde eine Regressionsberechnung hier keine zusätzlichen Informationen über die Labzeiten und die Unterschiede zwischen den einzelnen Milchproben liefern.

Untersucht wurde stets das Morgengemelk. Wenn dies aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich war, wurde bei der zweiten Untersuchung ebenfalls das entsprechende Gemelk untersucht. Zwischen den Ergebnissen, welche Morgen- und Abendmilch lieferten, waren keine deutlichen Unterschiede festzustellen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Varianzanalyse Morgenmilch, Abendmilch

	FG	SQ	MQ
Morgen- und Abendmilch	58	2 801 719	64 503
Mittelwert	1	24 606	24 606

$$F = 0,3815$$

Zu unserer Orientierung untersuchten wir den Einfluß der Aufbewahrungsdauer der Milch auf ihre Labzeiten. Von 4 Einzelgemelken wurde im Abstand von zwei Stunden je eine Probe untersucht und dabei gleichzeitig von zwei Proben die pH-Werte registriert. Aus der graphischen Darstellung (Figur 2) ist zu ersehen, daß bis zu 10 Stunden nach der Probenentnahme kein wesentlicher Anstieg der Labwerte erfolgt. Nach dieser Zeit ist bei den meisten Proben eine ansteigende Tendenz zu beobachten. Während der pH-Wert absinkt, wird die Gerinnungszeit der Milch verlängert, auch wenn der pH-Wert konstant gehalten wird. Dieses Ergebnis stimmt mit den Angaben von SALATI (1952) überein. Eine Verlängerung der Labgerinnungszeiten nach einer Lagerungsdauer von 24 Stunden bei einer Temperatur von +5° C stellten FRICKER (1958), LÜCK u. M. (1956), PELTOLA (1948) sowie SCHWARZ u. M. (1948) fest. EVENHUIS u. M. (1959) konnten 6 Stunden nach dem Melken noch keine Veränderungen am pH-Wert und der Milchezusammensetzung bemerken. Wir untersuchten daher alle Proben innerhalb einer Zeit von 8 Stunden nach ihrer Entnahme.

Die rechnerischen Auswertungen wurden nach SNEDECOR (1956) vorgenommen. Dabei wurden folgende mathematischen Symbole verwendet:

FG = Freiheitsgrade

SQ = Summe der Quadrate

MQ = Mittleres Quadrat = $\frac{SQ}{FQ}$

F = Testwert für die Varianzanalyse

r_i = intra-class-correlation, Wiederholbarkeit

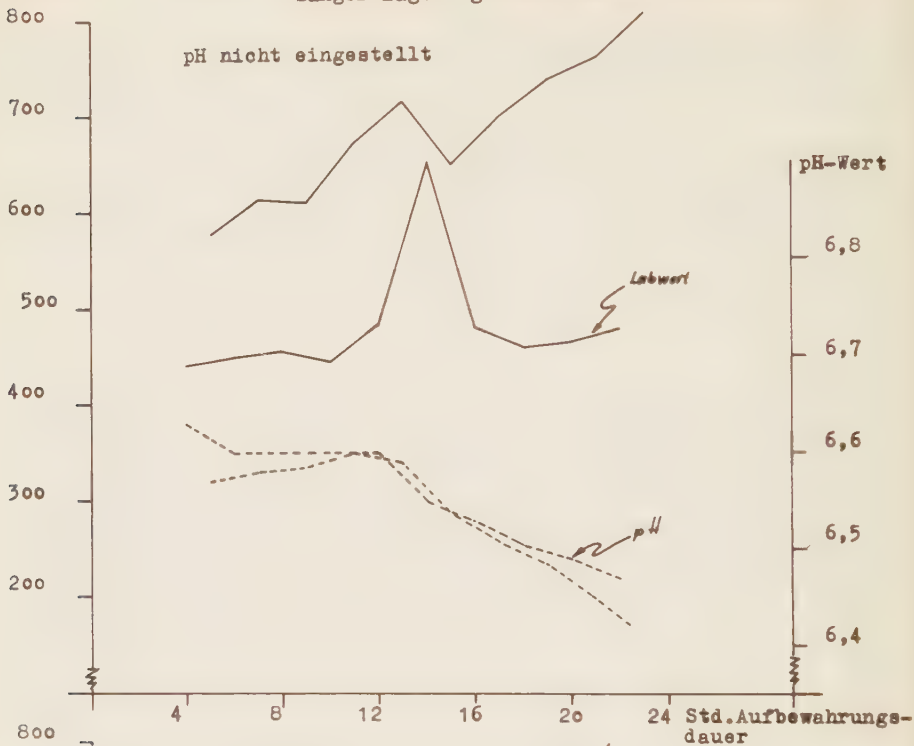
$\sum x^2$ = Summe der Abweichungsquadrate der unabhängigen Variante

$\sum y^2$ = Summe der Abweichungsquadrate der abhängigen Variante

$\sum xy$ = Summe der Produkte der Abweichungen von X und Y

Labwert

Figur 2. Veränderung der Labwerte nach verschieden langer Lagerung der Milch



800

pH eingestellt

700

600

500

400

300

4

8

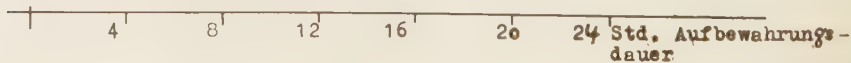
12

16

20

24

Std. Aufbewahrungsdauer



R^2 = Anteil der regressionsbedingten Varianz an der Gesamtvarianz der Abhängigen, dient zur Beurteilung, wie weit mittels der Regression von der unabhängigen auf die abhängige Variante geschlossen werden kann

Ergebnisse

Die Genauigkeit der Labwertbestimmung wurde durch Berechnung der Wiederholbarkeit aus 6 Doppelproben bestimmt,

Tabelle 2a :

	FG	SQ	MQ
Total	11	195 926	
Paare	5	194 671	38 934
Einzel	6	1 255	209
$r_l = \frac{38\,934 - 209}{38\,934 + (n-1) 209}$			
$r_l = \frac{38\,725}{39\,134} = 0,9893$			
$F = 186,29$			

Tabelle 3: Durchschnitte der Labwerte aller Untersuchungen

Zeit der Untersuchung	Schleißheim		Kleinbetriebe	
	Labwert	n	Labzeit	n
Herbst 1958	553	60	324	73
Frühjahr 1959	346	44	519	72
Herbst 1959	326	43	--	-

Labwert = Durchschnitt der Labwerte aller Tiere
n = Anzahl der untersuchten Tiere

Tabelle 4: Verteilung der Geburten auf die Monate des Jahres

Monat	Schleißheim		Kleinbetriebe/Opf.	
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
Januar	5	5	4	4
Februar	1	9	4	5
März	5	6	5	4
April	3	3	5	3
Mai	5	3	6	3
Juni	16	5	4	5
Juli	13	8	8	6
August	5	4	12	12
September	1	1	7	7
Oktober	3	1	10	6
November	5	4	2	2
Dezember	5	5	2	2
	67	54	69	59

Tabelle 5: Berechnung zwischen Labwert und Wochen post partum für die Kleinbetriebe, beide Untersuchungen gemeinsam

	FG	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	Regressions- koeffizient
Herbst 1958	58	13 954	- 176	536 617	-0,0126
Frühjahr 1959	56	14 947	- 11 500	892 690	-0,7694
Gemeinsam	114	28 901	- 11 676	1 429 307	-0,0816

$$Y = 420 - 0,0816X \quad R^2 = 0,0033$$

wobei $Y =$ Labwert in sec.
und $X =$ Wochen post partum

Tabelle 6: Varianzanalyse der Labwerte in den Kleinbetrieben

Quelle	FG	SQ	MQ
Jahreszeiten	1	1.385.156	1.385.156
Betriebe innerh. Jahreszeiten	24	823.290	58.806
Messungen in Betrieben	119	1.329.162	11.169

Betriebe $F = 5,27^{**}, F_{0,01} = 1,94$

Jahreszeiten $F = 23,55^{**}, F_{0,01} = 7,82$

Wie aus der Tabelle 3 zu sehen ist, unterscheiden sich die Labwerte vom Frühjahr 1959 deutlich von den im Herbst 1958 ermittelten. In den Kleinbetrieben sind sie verlängert, in Schleißheim dagegen erheblich verkürzt.

Die Abkalbetermine waren nicht gleichmäßig auf alle Monate des Jahres verteilt, wie Tabelle 4 erkennen läßt. Für Schleißheim lag das Maximum der Verteilung im Jahr 1958 in den Monaten Juni und Juli; im Jahr 1959 auch im Februar. Bei den Kleinbetrieben der Oberpfalz lag dieser Schwerpunkt auf den Monaten August und September. Deshalb vermuteten wir, daß im Frühjahr die weiter fortgeschrittenen Laktationsstadien eine Zunahme der Labwerte vom Herbst zum Frühjahr bedingt hatten und untersuchten den Einfluß des Laktationsstadiums auf die Labwerte. Entgegen der Meinung anderer Autoren - PELTOLA (1957), SCHMID u. M. (1954) und KONOVALOV (1949) - konnten wir dabei keinen deutlichen Einfluß des Laktationsstadiums - Maßstab waren die Wochen nach der Geburt - auf die Labwerte finden (Tabelle 5).

Der Regressionskoeffizient wurde für die Herbstgruppe mit 0,01 und für die Frühjahrsgruppe mit 0,7 errechnet. Das bedeutet, daß zum Zeitpunkt der Herbst- oder Frühjahrsuntersuchungen die Labwerte um 0,01 bzw. 0,7 sec. abnahmen, wenn das Laktationsstadium eines Tieres um eine Woche höher war als die durchschnittliche Laktationsstufe aller anderen Tiere. Die gemeinsame Berechnung der Herbst- und Frühjahrsergebnisse ergab eine Veränderung der Labwerte von 0,08 sec. pro Woche Abweichung von der durchschnittlichen Laktationsstufe.

Da diese Werte weder signifikant sind, noch ins Gewicht fallen, konnten wir den Faktor des Laktationsstadiums außer Betracht lassen.

Wie die Prüfung ergab, findet eine Beeinflussung der Labwerte durch fortschreitende Laktationsstadien nicht statt. Daraufhin stellten wir Untersuchungen an, wieweit die verschiedenen Jahreszeiten mit ihren unterschiedlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen sowie Veränderungen des Klimas die Labwerte der Milch zu beeinflussen vermögen.

Diese Prüfung wurde mittels der Varianzanalyse vorgenommen (Tabelle 6).

In den Kleinbetrieben sind die Unterschiede von Betrieb zu Betrieb innerhalb der Jahreszeiten hoch signifikant. Die Unterschiede in den Labwerten zwischen

den Jahreszeiten innerhalb der Betriebe sind hochsignifikant. Die Unterschiede ergeben einen im Frühjahr 1959 im Durchschnitt um 195 sec. verlängerten Labwert gegenüber dem im Herbst 1958 ermittelten.

In Schleißheim wurde im Frühjahr 1959 ein wesentlich kürzerer Labwert der Milch gefunden als im Herbst 1958. Die Verkürzung betrug im Durchschnitt 207 sec. Bei einer Kontrolluntersuchung im Herbst 1959 war erneut eine Verbesserung der Labwerte zu verzeichnen, diesmal um durchschnittlich 20 sec.

Tabelle 7: Die durchschnittlichen Labwerte der Gruppen mit kurzen und langen Zwischenkalbezeiten

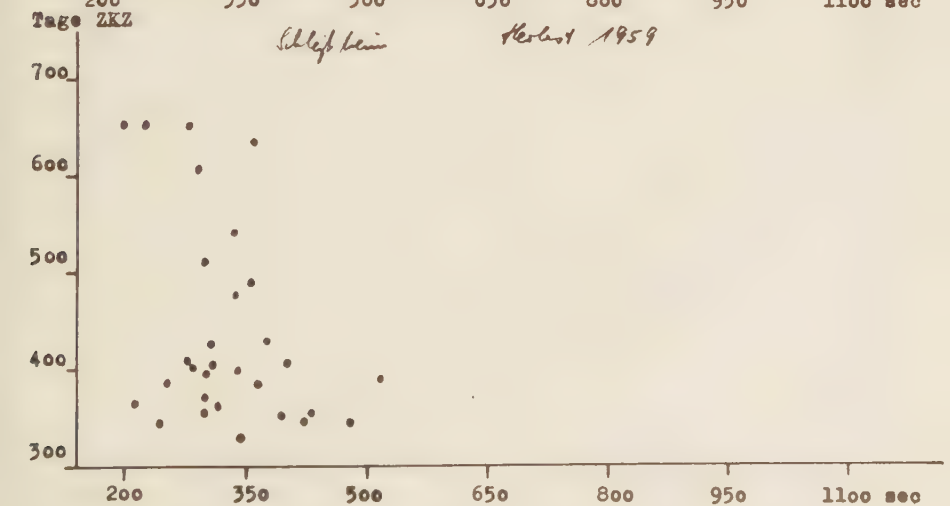
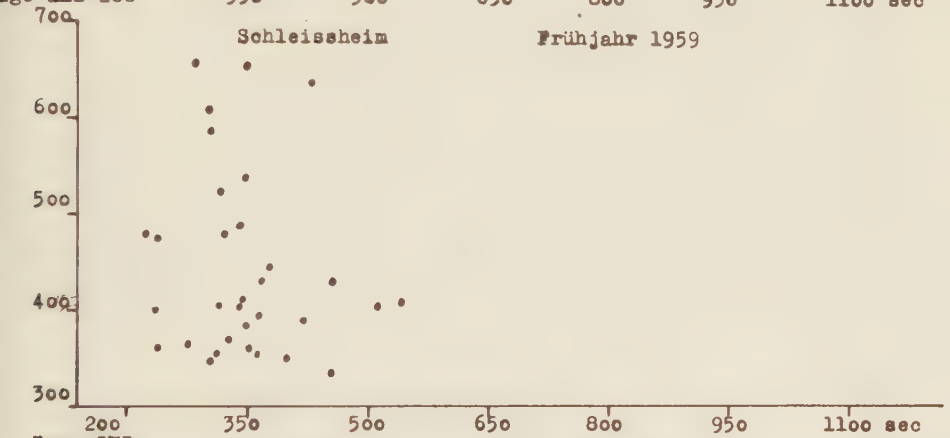
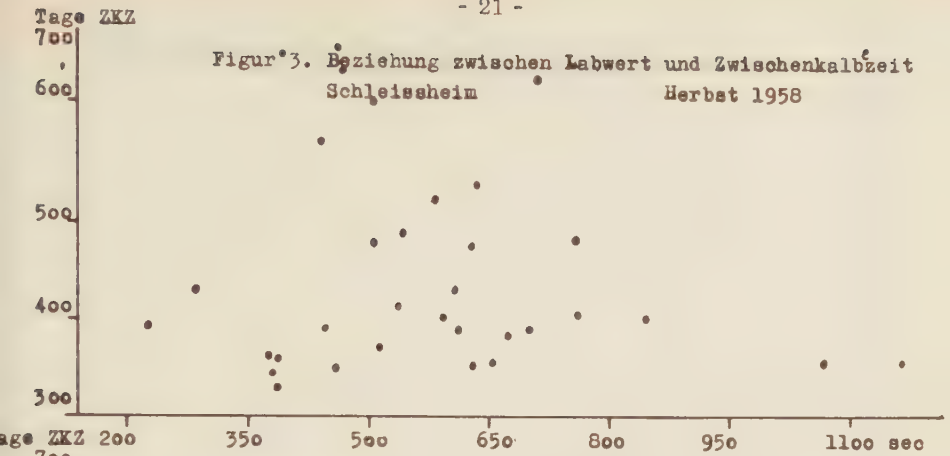
Zeit der Untersuchungen		Zwischenkalbezeit in Tagen			
		300-369	370-659	300-419	420-659
Schleißheim	Herbst 1958	599	568	589	562
	Frühjahr 1959	333	332	346	301
	Herbst 1959	334	314	340	305
Kleinbetriebe	Herbst 1958	351	337	325	341
	Frühjahr 1959	507	521	543	494

Untersuchung der Fruchtbarkeit: als Kriterium für die Fruchtbarkeit wurde die Zwischenkalbezeit in Tagen gewählt. Die Grenze zwischen normalen und verlängerten Zwischenkalbezeiten wurde mit einer Zeit von 420 Tagen festgesetzt. Kühe, die vor der nächsten Abkalbung aus dem Bestand ausschieden, wurden in die Endauswertung nicht mit einbezogen, wenn ihr Abgang früher als 420 Tage nach ihrer letzten Abkalbung erfolgte. Schieden sie aber erst nach diesem Zeitraum aus dem Bestand aus, so wurden sie der Gruppe mit der höchsten Zwischenkalbezeit zugeordnet. Wie die Figuren 3 und 4 zeigen, lassen sich keine deutlichen Beziehungen zwischen den Labwerten und den Zwischenkalbezeiten der Tiere finden. Auch bei Klassenbildung werden Beziehungen weder bei Tieren mit kurzen noch bei solchen mit mittleren oder sehr langen Zwischenkalbezeiten deutlich (Tabelle 7, Figur 5 und 6). Bei den Frühjahrmessungen in den Kleinbetrieben oder bei der Zusammenfassung der Herbst- und Frühjahrmessungen ist allenfalls eine lineare, schwach negative Beziehung zu erkennen. Mit der statistischen Analyse ist diese Tendenz zwar nachzuweisen;

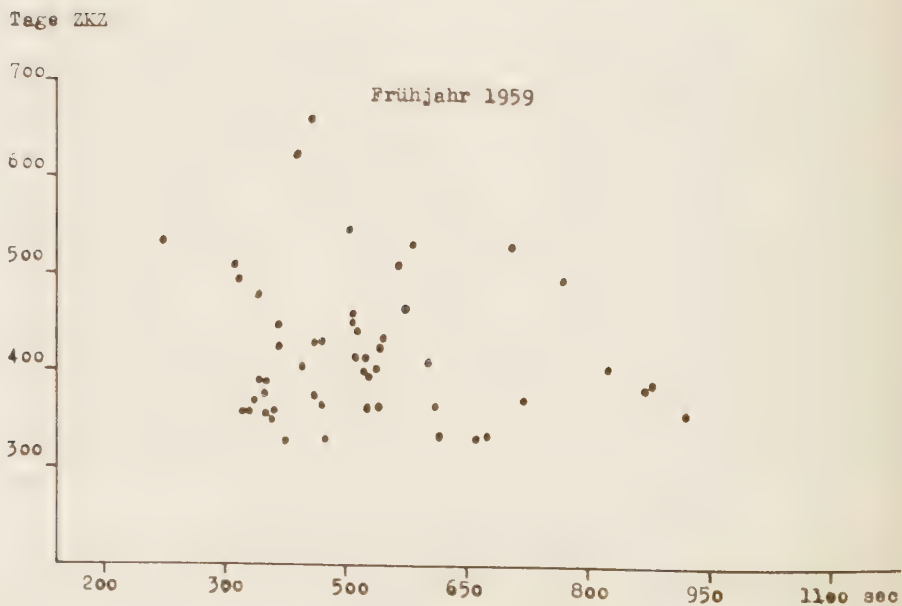
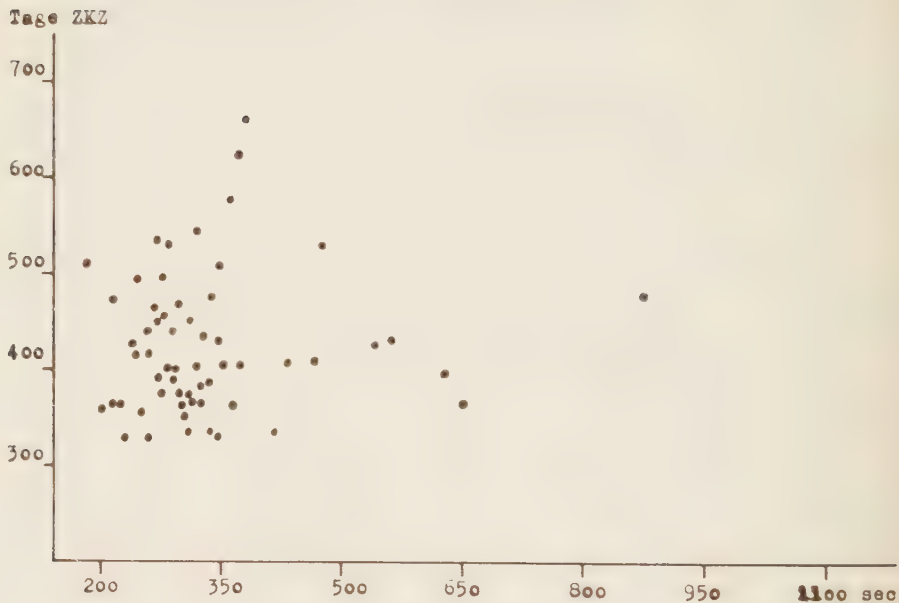
$$Y = 429 - 0,00129 X; R^2 = 0,0007, \text{ dabei ist}$$

Y = Zwischenkalbezeit, X = Labwert;

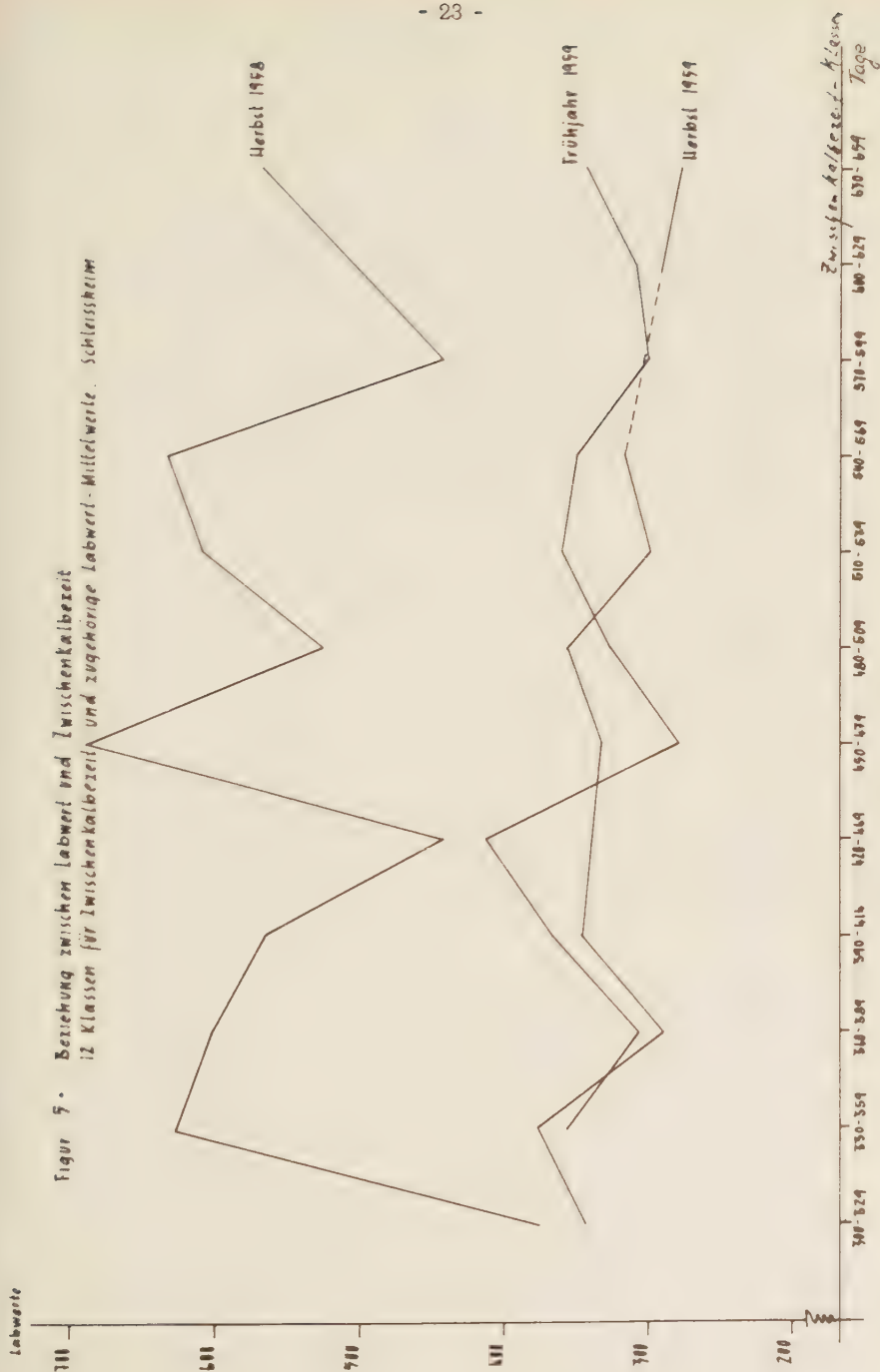
der Wert für R^2 zeigt jedoch, daß die Beeinflussung der Labwerte durch die Zwischenkalbezeit keine Bedeutung hat.

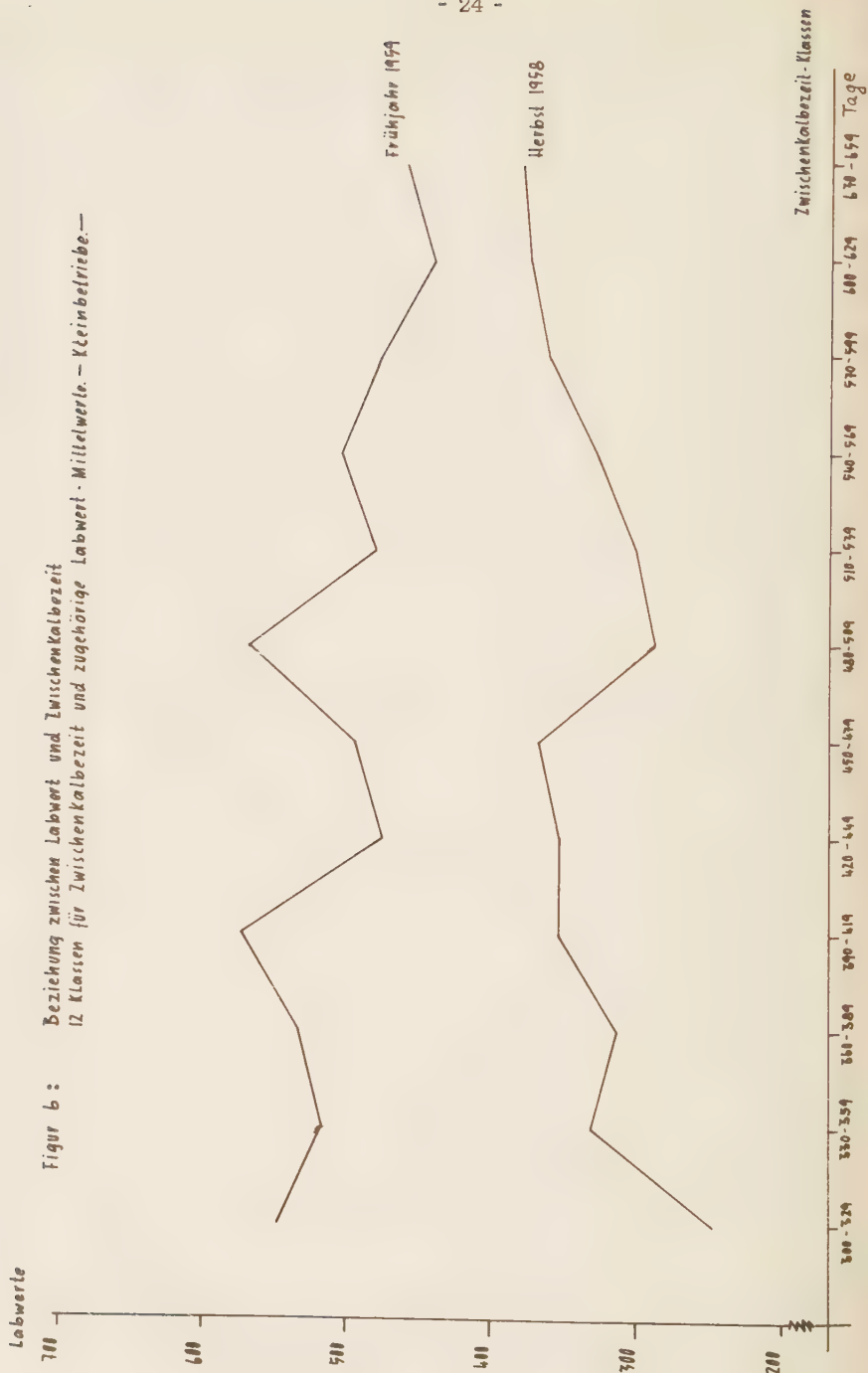


Figur 4 Beziehung zwischen Labwert und Zwischenkalbzeit
Kleinbetriebe Herbst 1958



Figur 5. Beziehung zwischen Labwert und Zwischenkalbezeit
12 Klassen für Zwischenkalbezeit und zugehörige Labwert-Mittelwerte. Schliessheim





Figur 6: Beziehung zwischen Labwert und Zwischenkalbezeit
12 Klassen für Zwischenkalbezeit und zugehörige Labwert-Mittelwerte. — Kleinbefrisse. —

D I S K U S S I O N

Wir bestimmten die Labwerte der Milch nach der von HOSTETTLER u. M. (1954) beschriebenen Methode. Mit Hilfe dieser Methode ist die Untersuchung der Milch verhältnismäßig schnell durchzuführen und liefert bei einiger Übung des Untersuchers sehr genaue und fein abgestufte Werte.

Dabei erfolgt die Feststellung des Gerinnungspunktes visuell. Diese Art der Feststellung ist sehr genau, ihre Fehlermöglichkeiten werden von HOSTETTLER u. M. (1955) mit 3 % angegeben. Ähnliche Angaben macht BERRIDGE (1952) mit 2 %. Wir fanden bei Doppelproben eine Wiederholbarkeit von 0,9893. Dieser Wert ist sehr hoch und beweist die große Genauigkeit der Methode und entspricht 1 % Fehler.

Die Genauigkeit basiert darauf, daß die Messungen einer Milchprobe bei vier verschiedenen starken Konzentrationen praktisch einem vierfachen Versuch gleichkommen. Trotzdem wird für den Versuch nur eine kurze Zeit benötigt, und zwar durchschnittlich weniger als eine halbe Stunde. Die Ergebnisse aller Proben unterscheiden sich deutlich voneinander, so daß sie auch rechnerisch gut bearbeitet werden können. Außerdem sind die Kosten für Geräte und Material nicht höher als bei der Labgärprobe.

Der Bakteriengehalt der Milch wirkt sich in einer pH-Verschiebung der Milch nach der saueren Seite hin aus. Durch die bei allen Milchproben vorgenommene pH-Einstellung wird diese Fehlerquelle ausgeschaltet und hat im weiteren Verlauf der Untersuchung, im Gegensatz zum Ergebnis der Labgärprobe, keinen Einfluß auf das Versuchsergebnis mehr.

HOSTETTLER ging bei seinen Untersuchungen von anderen Voraussetzungen aus. Er untersuchte die Labstärken verschiedener Labpulversorten und -lösungen. Dazu benötigte er ein möglichst gleichbleibendes Substrat, an dem er mit Hilfe dieser Methode die unterschiedlichen Stärken der Labpräparate bestimmen konnte. Zu diesem Zweck verwendete er das Sammelgemelk mehrerer Kühe, dessen pH-Wert er durch Einstellen konstant auf $\text{pH} = 6,5$ hielt.

Uns interessierte dagegen nicht die Labstärke des Präparates, sondern die Labfähigkeit der Milch jeweils verschiedener Kühe. Wir mußten deshalb eine entsprechende Abänderung der Versuchsanordnung vornehmen, indem wir die Lablösung als den konstanten Faktor bei der Labgerinnung wählten. Die Bedingungen hierfür waren einfach zu erfüllen, da das Labpulver, welches für alle Untersuchungen benutzt wurde, aus einer Charge stammte, also eine immer

gleichbleibende Zusammensetzung aufwies. Damit war für unsere Versuche der konstante Maßstab, d. h. die unabhängige Veränderliche gegeben. Die Korrektur des pH-Wertes behielten wir bei, um fortschreitende Schwankungen im Säuerungsgrad der Milch zwischen den zuerst und den zuletzt untersuchten Proben auszuschließen.

Die Labgärprobe wird heute in der Molkerei noch oft angewendet. Wegen ihrer Versuchsdauer von 6 Stunden und länger, war sie für unsere Zwecke nicht sehr geeignet. Die Beurteilung der Proben wird nach 5 Gruppen vorgenommen. Dabei hängt viel von der Übung des Untersuchers ab, und die Möglichkeit, daß sich bei der Beurteilung einer Probe Differenzen ergeben, ist ziemlich groß. Im Gegensatz zur HOSTETTLER-Methode ist die Reproduzierbarkeit nicht sicher gegeben. Sie ist aber eine wichtige Voraussetzung, um die oftmals sehr feinen Unterschiede in der Labaktivität der Milch einzelner Individuen herauszufinden.

Beim Vergleich der Labwerte aus den verschiedenen Untersuchungsperioden lassen sich deutlich jahreszeitliche Unterschiede erkennen, diese sind sowohl für den Großbetrieb Schleißheim als auch für die oberpfälzischen Kleinbetriebe festzustellen. In Schleißheim waren im Frühjahr 1959 die Labwerte im Durchschnitt um 207 sec. verkürzt. In den Kleinbetrieben dagegen waren die entsprechenden Werte um 195 sec. verlängert.

Da PELTOLA (1957), KONOVALOV (1949) und SCHMID u. M. (1954) fanden, daß mit zunehmendem Laktationsstadium ein Ansteigen der Labzeiten erfolgt, wurde zunächst geprüft, ob sich in den jahreszeitlichen Unterschieden der Einfluß verschiedener Laktationsstadien auswirkte. Wir nahmen deshalb bei den untersuchten Tieren eine Analyse der Abkalbungsstermine vor (Tabelle 4, Seite 18) und fanden in Schleißheim eine Häufung der Kalbungen im Sommer mit einem Maximum in den Monaten Juni, Juli und auch im Februar des nächstfolgenden Jahres. In den Kleinbetrieben lag dieser Schwerpunkt in den Monaten August und September. Danach hatten die Messungen im Herbst hauptsächlich bei solchen Tieren stattgefunden, die sich in einem früheren Laktationsstadium befanden als im folgenden Frühjahr. Ein Vergleich des durchschnittlichen Laktationsstandes für die Herbst- und Frühjahrmessungen bestätigte diese Annahme.

Wir untersuchten die Abhängigkeit der Labwerte vom Laktationsstadium, indem wir die Regression der Labwerte auf den Laktationsstand berechneten. Eine Abhängigkeit konnte dabei nicht festgestellt werden. Im Zeitraum der Herbstuntersuchung nahmen die Labwerte um 0,01 sec., und während der Untersuchungszeit im Frühjahr um 0,7 sec. ab, wenn die Laktationsstufe um eine Woche vom Durchschnitt aller Laktationen abwich. Bei gemeinsamer Berechnung der Herbst-

und Frühjahrsergebnisse ergab eine Abweichung vom Durchschnitt des Laktationsstandes um eine Woche eine Abnahme der Labwerte von 0,08 sec. Diese Unterschiede sind statistisch nicht signifikant. Außerdem fallen die kleinen Änderungen, zu welchen die Regression eine Tendenz aufweist, für unsere Beziehungen nicht ins Gewicht. Wir konnten deshalb das Laktationsstadium als Fehlerquelle außer Acht lassen.

Somit kann angenommen werden, daß direkt durch die Jahreszeit bedingte Faktoren die Unterschiede zwischen den Labwerten hervorgerufen haben. Dafür kommen im wesentlichen Fütterungseinflüsse in Frage, die bei den untersuchten Verhältnissen in Unterschieden zwischen Sommer- und Winterfütterung bestehen. Im Sommer findet in Schleißheim Weidehaltung statt, während in den Kleinbetrieben die Sommer-Stallfütterung vorherrscht. Im Winter sind die Tiere in allen Beständen aufgestallt.

Für die Beeinflussung der Labwerte dürfte vor allem die Tatsache verantwortlich sein, daß das konservierte Grundfutter, welches im Winter verabreicht wird, wesentlich ärmer an Wirk- und Nährstoffen ist als das frische Sommerfutter. Diese Nähr- und Wirkstoffverluste sind durch die Konservierung selbst bedingt, beim Heu durch die Wahl des Schnittermins, die Art der Heuwerbung und -lagerung sowie durch Bröckelverluste. Dazu kommt dann oft noch Einseitigkeit in der Fütterung oder, durch fehlerhafte Planung bedingt, absolut unzureichende Futterrationen.

Zu den erwähnten Wirkstoffen zählen in der Hauptsache die Mineralstoffe Calcium, Phosphor und Magnesium sowie die Spurenelemente Mangan, Kobalt und Kupfer. Auch die Vitamine sind hierzu zu rechnen, von denen besonders Vitamin A und D für den Mineralstoffhaushalt von Bedeutung sind.

Fast alle Wirkstoffe werden im Winter bei weitem nicht in genügender Menge zugeführt. Die Folge davon ist eine Verarmung des Organismus an diesen Stoffen, die ihren Höhepunkt mit Ende der Winterfütterung erreicht. Dagegen findet man die beste Versorgungslage der Tiere gegen Ende der Sommerfütterung vor: Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine werden dann in größerer Menge und besserem Verhältnis zueinander als im Winterfutter angeboten. Dabei kommt besonders der erhöhten Zufuhr von Vitaminen eine entscheidende Bedeutung zu. Denn ein gestörtes Calcium-Phosphor-Verhältnis in der Fütterung macht sich bei reichlicher Vitamin D-Versorgung weniger bemerkbar, da das Vitamin D in der Lage ist, die Calcium- und Phosphorbilanz zu regeln, auch wenn beide Mineralstoffe nicht im richtigen Verhältnis zueinander angeboten werden.

Der Zeitpunkt für die Untersuchungen wurde daher so gewählt, daß am Ende der Fütterungsperioden, die sich sowohl durch die Qualität als auch die Quantität ihres Futters deutlich voneinander unterschieden, die derzeit herrschenden Einflüsse erfaßt wurden. Dies war der Grund, weswegen wir alle Bestände unmittelbar vor Beginn der Winter- und Sommerfütterung untersuchten.

Die Unterschiede zwischen den Labwerten vom Frühjahr 1959 und Herbst 1958 verhalten sich in Schleißheim gerade umgekehrt wie bei den Kleinbetrieben. Während in Schleißheim die Labwerte im Frühjahr um durchschnittlich 207 sec. kürzer sind als im Herbst 1958, sind sie in den Kleinbetrieben um 195 sec. länger.

In Schleißheim ist die natürliche Versorgungslage keineswegs optimal, da es sich bei den dortigen Weideflächen ausschließlich um Moorboden mit - im ganzen gesehen - schlechten Mineralstoffverhältnissen handelt. Daher wurde erstmals im Winter 1958/59, also nach der ersten Untersuchung, ein Mineralstoffgemisch verabreicht, welches den Boden- und Futterverhältnissen entsprechend zusammengesetzt war. Es enthielt die Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine in einem den tatsächlichen Bedürfnissen der Tiere entsprechenden Verhältnis.

Die Ausscheidung von Calcium und Phosphor in der Milch ist bei mangelhafter Zufuhr dieser Stoffe vermindert. Wenn der Bedarf an Mineralstoffen in der Nahrung gedeckt ist, wird der Gehalt der Milch an diesen Stoffen über die Normalwerte hinaus jedoch nicht mehr gesteigert (LENKEIT u. M. 1959). Demnach dürfte hier durch die Verbesserung der Mineralstoffzufuhr in der Winterfütterung der Mineralstoffgehalt der Milch sowie das Verhältnis der einzelnen Mineralstofffraktionen zueinander normalisiert worden sein, was zu einer Verkürzung der Labwerte führte.

Daß das Verhältnis der einzelnen Mineralstofffraktionen zueinander die Labgerinnungsfähigkeit beeinflußt, zeigen die Beobachtungen bei der sogenannten "Utrecht-Anomalie". Diese, nach ihrem Vorkommen in der Gegend von Utrecht benannte Erscheinung, äußert sich, indem frische Milch bereits beim Transport, der Lagerung oder beim Kochen gerinnt. Der Grund dafür liegt in einer starken Vermehrung des Anteils an ionisiertem Calcium im Vergleich zu den niedrigen Calcium-Zitrat- und Calcium-Phosphatfraktionen in der Milch. Die "Utrecht-Anomalie" soll durch eine Ernährungsfehlbilanz hervorgerufen werden. Derartige Milch kann durch direkte Zusätze von Zitrat, welches sich mit den Calciumionen zu Calciumzitrat verbindet, wieder normalisiert werden. Auch durch eine Zitratbehandlung der Kühe, von denen die Milch stammt, kön-

nen wieder normale Gerinnungsverhältnisse geschaffen werden (SEEKLES u. M. 1954, BOOGAERDT 1954).

Um die Vermutung zu prüfen, daß die Verbesserung der Mineralstoffversorgung die Labfähigkeit der Milch verbessert hat, wurde in Schleißheim im Herbst 1959 erneut eine Untersuchung der Labeigenschaften angestellt. Obwohl die Mineralstoffversorgung auch während der Sommerfütterung beibehalten wurde, war die Verbesserung der Labwerte diesmal nur gering; sie betrug im Durchschnitt 20 sec. Aus diesem Ergebnis kann geschlossen werden, daß die Supplementierung bereits während der Winterfütterung ihre volle Wirkung erzielte.

In den Kleinbetrieben haben sich die Labqualitäten der Milch während der Winterfütterung 1958/59 verschlechtert; die Labzeitwerte sind im Frühjahr 1959 durchschnittlich um 195 sec. länger als im Herbst 1958. Der Grund für die Verschlechterung der Labwerte dürfte in der Winterfütterung zu suchen sein, während der im Gegensatz zu Schleißheim eine unzureichende Versorgung mit Wirkstoffen stattfand. Von den 13 untersuchten Betrieben wurde zwar in 9 Beständen zusätzlich ein Mineralstoffgemisch verabreicht, doch waren alle diese Gemische weder den besonderen Boden- und Fütterungsverhältnissen angepaßt, noch war eine Kontrolle darüber möglich, ob sie in allen Fällen regelmäßig und in ausreichender Menge verabreicht wurden.

Die Tatsache, daß sich bei allen Betrieben mit zusätzlicher Mineralstoffversorgung die Labeigenschaften der Milch in gleichem Maße verschlechterten wie in den Betrieben ohne Zufütterung läßt vermuten, daß der Erfolg deswegen ausblieb, weil die Supplementierung nicht auf die dortigen Bodenverhältnisse abgestimmt war, und somit auch nicht den speziellen Anforderungen der Tiere entsprach. Denn für den therapeutischen Erfolg einer Mineralstoffversorgung ist in erster Linie das mengenmäßige Verhältnis der Mineralien zueinander und zu den tatsächlichen Anforderungen von seiten des Organismus ausschlaggebend (BRONSCH 1956 und RICHTER u. M. 1956).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen lassen erkennen, daß Unterschiede zwischen den Labwerten verschiedener Fütterungsperioden auf Unterschiede in der Mineralstoffversorgung zurückzuführen sind. Außerdem zeigen sie, daß eine Supplementierung des Futters die Labeigenschaften der Milch günstig beeinflussen kann. Diese Feststellung deckt sich mit den Versuchsergebnissen von FRICKE (1958) und WAUSCHKUH (1954).

Wie in der Literaturübersicht schon besprochen wurde, sind fast alle in der Milch vorkommenden Mineralstoffe und Spurenelemente von Bedeutung für

die Labgerinnung. Das gilt in besonderem Maße für das Calcium, denn eine Milch, aus der die Calciumionen entfernt wurden, wird durch Lab nicht mehr ausgefällt. Phosphor spielt beim Aufbau des Kaseinmoleküls eine wichtige Rolle; an den Phosphoamidverbindungen des Kaseinmoleküls soll sich der Angriffspunkt für die Labwirkung befinden (DJACĚNKO 1958). Schließlich wirken außer anderen die Ionen der Metalle Magnesium, Mangan, Kobalt auf den Gerinnungsvorgang beschleunigend ein, indem sie einerseits das Labferment in seiner Wirkung verstärken und andererseits an den Gerinnungsvorgängen selbst beteiligt sind (WAKUI u. M. 1954). Ferner sollen die Ionen der in der Milch vorkommenden Metalle das Mineralstoffgleichgewicht des Kaseins beeinflussen (MAŽÉ 1941).

Die Vitamine sind für die Labgerinnung deswegen von Bedeutung, weil sie den Mineralstoffhaushalt zu regulieren vermögen. Das Vitamin D wirkt direkt auf die Resorption der Minerale Calcium und Phosphor aus dem Darmtrakt. Dagegen nimmt das Vitamin A indirekt über die Schilddrüse am Stoffwechsel teil. Denn wie BRÜGGEMANN u. M. (1953) nachweisen konnten, setzt bei Läufer-schweinen, deren Blut-Phosphatspiegel experimentell mit CaCO_3 -Gaben gesenkt wurde, eine Überfunktion der Schilddrüse ein, die zur Normalisierung des Phosphatspiegels führt.

Welche Rolle die Minerale im einzelnen spielen, ist noch nicht vollständig geklärt. Aber es ist wichtig zu wissen, daß in der praktischen Auswirkung eine solche Beeinflussung der Labzeiten durch die Fütterung bestehen kann. Ursache hierfür wiederum ist der unterschiedliche Gehalt des Futters an Wirkstoffen. Andererseits ist bekannt, daß sich die Versorgung mit Nährstoffen von Betrieb zu Betrieb sehr stark ändert. Hierauf wird zum Beispiel ein großer Teil der Unterschiede in der Milchleistung zwischen Betrieben zurückgeführt. Demzufolge müßten zwischen den Labwerten verschiedener Betriebe ebenfalls Unterschiede bestehen.

In dem untersuchten Material ließen sich solche Verhältnisse auch tatsächlich ermitteln, die Varianzanalyse zeigte statistisch hochsignifikante Unterschiede. Aus allen diesen Beobachtungen folgt, daß die Fütterung Unterschiede in den Eigenschaften der Milch verursachen kann, die mit Hilfe der Labwertveränderungen ermittelt werden können.

Nach diesen Ergebnissen ist es naheliegend, den Zusammenhang der Labfähigkeit der Milch mit einem anderen Funktionskreis des Organismus, welcher ebenfalls eng mit dem Mineralstoffhaushalt verbunden ist, zu suchen, nämlich der Fruchtbarkeit. Dann könnte die Labfähigkeit der Milch als Hilfsmittel für die

Diagnose der Mineralstoffversorgung verwendet werden, da anzunehmen ist, daß die Wirkstoffe, die in der Milch ausgeschieden werden und bei der Labgerinnung eine Rolle spielen, dem Stoffwechsel des Tieres auch an anderer Stelle zur Verfügung stehen.

Demgegenüber werden die Blutspiegel der fraglichen Elemente in engen Grenzen konstant gehalten, so daß ihr Mangelzustand erst spät erkennbar wird. Die Milch als Untersuchungsmaterial ist zudem leicht zu gewinnen und die Untersuchungen sind einfach vorzunehmen.

FRICKE (1958) gelang es, nachzuweisen, daß durch Zufütterung der entsprechenden Mineralstoffe in einem Bestand die Labqualität der Milch bedeutend verbessert werden kann. Er verfütterte in mehreren Beständen Dicalciumphosphat und Vitamin D₃ und stellte bereits nach drei Wochen eine deutliche Verbesserung der Labeigenschaften fest. Dabei kam er zu der Überlegung, daß Labträgheit der Milch und mangelhafte Fruchtbarkeit einen Komplex bilden, der durch Mineralstoffmangel bedingt ist. Durch diese Überlegung angeregt, suchten wir nach etwa bestehenden Zusammenhängen zwischen diesen beiden biologischen Geschehen.

Bei unseren Untersuchungen wählten wir als Maßstab für die Fruchtbarkeit die Zwischenkalbezeit in Tagen, weil sie für das vorliegende Material die beste Maßeinheit der Fruchtbarkeit darstellt.

Der Zeitabstand zwischen der Untersuchung der Milchproben und der Endauswertung war so lang, daß jedes untersuchte Tier Gelegenheit hatte, wieder abzukalben. Da der Tierhalter unter den Verhältnissen, wie sie in den untersuchten Betrieben herrschen, das Bestreben hat, die Zwischenkalbezeit so kurz wie möglich zu halten, ist die Wahrscheinlichkeit einer willkürlich verlängerten Zwischenkalbezeit gering.

Ein anderes Kriterium für die Fruchtbarkeit ist die Zahl der im Durchschnitt für eine Befruchtung notwendigen Paarungen. Dabei werden diejenigen Tiere nicht mit erfaßt, die wegen Unfruchtbarkeit ausgemerzt wurden, und man erhält somit einen Hinweis auf die Fruchtbarkeit.

Bei der Feststellung der Fruchtbarkeitslage nach dem Prozentsatz der nach dem ersten Sprung trächtig gewordenen Tiere machen sich Fehler im Zuchtbetrieb - vor allem unzeitgemäße Paarung, schlechte Samenpflege sowie geringe Fruchtbarkeit der Vatertiere - stark bemerkbar.

Ein in der künstlichen Besamung verbreitetes Maß für die Fruchtbarkeitslage

ist die sogenannte "non-return-rate", bei der man davon ausgeht, daß alle einmal besamten Tiere, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes (meist 60 Tage) nicht wieder zur Besamung vorgestellt wurden, trächtig geworden sind. Nicht von diesem Verfahren erfaßt werden Tiere, die innerhalb des "non-return"-Zeitraumes ausgemerzt wurden. Ferner auch solche Tiere, welche erstmals nach Ablauf dieser Zeit nachrindern, was besonders bei dem verbreitet vorkommenden frühembryonalen Fruchttod häufig beobachtet wird.

Einflüsse der Fütterung sind am deutlichsten zu erkennen, wenn allen Tieren wiederholt eine gleiche Gelegenheit zur Konzeption gegeben wird. Bei Betrachtung der Zwischenkalbezeit ist das weitgehend der Fall, zumal wenn man die Tiere, die vorzeitig abgehen, in die Auswertung mit einbezieht. Wir taten das und ordneten diese Kühe versuchsweise der Klasse mit den höchsten Zwischenkalbezeiten zu. Wenn die Tiere jedoch abgingen, bevor sie unter "normalen" Verhältnissen hätten kalben können, wurden sie in die Auswertung nicht mit einbezogen.

Eine Betrachtung der durchschnittlichen "Zwischenkalbezeit" dieser Kühe ergab zudem keine Abweichung vom Durchschnitt derjenigen Tiere, die innerhalb des "normalen" Zeitraumes gekalbt hatten.

Als normale Zwischenkalbezeit wurde ein Zeitraum von 420 Tagen angenommen. Diese Zeit schließt einen Abstand der ersten Paarung von der letzten Abkalbung von 70 Tagen ein und eine Paarung während drei aufeinanderfolgender Brunstperioden.

Wenn das Material in zwei Gruppen mit normalen und verlängerten Zwischenkalbezeiten aufgeteilt wurde, zeigen sich keine Unterschiede zwischen den Labwerten der beiden Gruppen, die eine Tendenz hätten erkennen lassen (Tabelle 7). Auch wenn man einen strengeren Maßstab anlegte und dabei voraussetzte, daß eine "normalversorgte" Kuh schon nach 370 Tagen wieder hätte kalben müssen, konnte zwischen den Gruppen mit normalen und verlängerten Zwischenkalbezeiten kein genereller Unterschied der Labwerte festgestellt werden.

Bei Betrachtung der Korrelationstabellen (Figur 3 und 4) von Labwert und Zwischenkalbezeit ist durchwegs keine Beziehung zu erkennen. Dies gilt sowohl für die einzelnen Betriebe, deren Darstellungen hier nicht aufgeführt sind, wie auch für die durchschnittlichen Werte aller Betriebe. Lediglich bei einer Zusammenfassung der Herbst- und Frühjahrsergebnisse aus den Kleinbetrieben schien eine gewisse Tendenz zu einer Abnahme der Labwerte bei höheren Zwischenkalbezeiten zu bestehen.

Eine statistische Berechnung zeigte zwar eine solche Tendenz, die Beziehung ist jedoch sehr klein und statistisch nicht signifikant. Da andererseits signifikante Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Labwerten der einzelnen Betriebe gefunden wurden, dürften für die unterschiedliche Fruchtbarkeit neben den die Labwerte beeinflussenden Faktoren überwiegend andere Ursachen verantwortlich sein. Demnach läßt sich aus unserem Material über die Labwerte der Milch kein Rückschluß auf die zu erwartende Fruchtbarkeit der Tiere ziehen.

Wenn in Untersuchungen von FRICKE (1958) u. LENKEIT (1954) sich die Möglichkeit einer solchen Beziehung andeutete, so mag das daran liegen, daß in den dort untersuchten Betrieben eine ausgeprägte Störung der Calcium-Phosphor-Versorgung vorlag. In den von uns untersuchten Kleinbetrieben ist eine solche Störung von seiten des Bodens und des Futters zwar zu erwarten, doch war sie durch ein mineralisches Beifutter wenigstens zum Teil beeinflusst.

In dem Großbetrieb auf Moorboden liegen die Schwierigkeiten dagegen vorwiegend in der Versorgung mit Mikronährstoffen, deren Bedeutung für die Labgerinnung etwas unsicher ist. Die Schwierigkeiten in der Fortpflanzung dürften demnach bei dem von uns untersuchten Material in anderen als den die Labgerinnung beeinflussenden Faktoren zu suchen sein.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Zur Beurteilung der Beziehungen zwischen der Labgerinnungsfähigkeit der Kuhmilch und der Versorgungslage dieser Tiere mit Mineralstoffen wurden in der Zeit vom Herbst 1958 bis Herbst 1959 Untersuchungen an 263 Einzelgemelken von 147 Kühen aus 14 Betrieben vorgenommen. Bei den Betrieben handelt es sich um 13 Kleinbetriebe aus einem Besamungsbezirk in der Oberpfalz und einen Versuchsbetrieb im Niederungsmoor in der Nähe von München.
2. Die Gerinnungszeiten einer Milch bei vier verschiedenen starken Konzentrationen einer standardisierten Lablösung wurden mit der von HOSTETTLER u. M. (1954) beschriebenen Methode bestimmt. Die durchschnittliche Gerinnungszeit aller vier Proben wurde als "Labwert" bezeichnet.
3. Die Labwerte werden vom Laktationsstadium nicht beeinflusst. Die Beziehungen zwischen den Labwerten (Y) und den Laktationsstadien in Wochen (X) wird mit der Gleichung
$$Y = 420 - 0,01816 X; R^2 = 0,0033$$
beschrieben.
4. Jahreszeitliche Unterschiede der Labwerte lassen sich feststellen; sie sind zwischen den einzelnen Betrieben hochsignifikant. Ursache für diese Unterschiede dürfte die Versorgungslage der Tiere mit Wirkstoffen sein.
5. Zusammenhänge zwischen den Labwerten und den Zwischenkalbezeiten konnten weder für einzelne Kühe noch für Betriebe gefunden werden. Die Faktoren, welche die Fruchtbarkeit beeinflussen, sind offenbar nicht dieselben wie die auf die Labfähigkeit der Milch einwirkenden.

Herrn Professor Dr. Dr. H. Bauer möchte ich an dieser Stelle für die freundliche Überlassung des Themas und die mir jederzeit großzügig gewährte Unterstützung herzlich danken.

Auch Herrn Dr. Chr. Gall fühle ich mich zu besonderem Dank verpflichtet. Mit vielen Ratschlägen und Anregungen zu neuen Ideen hat er mir stets wertvolle Hilfe geleistet.

Ebenfalls gilt mein Dank Herrn Dr. H. Schmidt-Hoensdorf in Seubersdorf/Opf. Er stellte das dortige Untersuchungsmaterial zusammen und ermöglichte mir in dankenswerter Weise die Durchführung der notwendigen Arbeiten und Untersuchungen.

Schließlich möchte ich auch Fräulein H. Meiner für ihre Bemühungen um die technische Gestaltung dieser Arbeit sehr danken.

LITERATURVERZEICHNIS

- Alais, C., Mocquot, G., Nitschmann, H. und Zahler, P.
(1953) Das Lab und seine Wirkung auf das Casein der Milch.
VII. Über die Abspaltung von Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) aus Casein durch Lab und ihre Beziehung zur Primärreaktion der Labgerinnung der Milch.
Helv. chim. Acta 36, 1955-1968
- Asdell, S. A. (1955) Cattle fertility and sterility.
London: Churchill, p. 165 ff.
- Bauer, H. (1953) Mangelschäden bei landwirtschaftlichen Nutztieren in Baden.
= Schriftenreihe über Mangelkrankheiten 3
Stuttgart: Find
- Belousov, A. P. (1958) Renneting capacity of milk in relation to the concentration of Ca-ions. (russ.)
Dokl. vses. konf. moloch. Delu 1958, 318-322
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 21, 127, 1959
- Berridge, N. J. (1952) Some observations on the determination of the activity of rennet.
Analyst 77, 57 - 62
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 14, 726
- Bishov, S. J. and Mitchell, J. H. (Jr.) (1956) Sedimentation of milk proteins as a function of certain ions.
Food Techn. Champaign 10, 312-315, 1956
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 18, 951
- Boogaerdt, J. (1954) Instability of milk due to a high content of calcium ions.
Nature 174, 884
- Brochart, M. (1956/57) L'exploration de la nutrition phosphocalcique des bovins au moyen du dosage de Ca et P dans les poils.
Ann. Zootech. 6, 151-179, 185-235

- Bronsch, K. (1956) Die Mineralstoffernährung und ihre Bedeutung für die tierärztliche Gesundheit.
Vet.-Med. Nachr. 1956, (1), 1-23
- Brüggemann, J., Bronsch, K. und Schmitt, H. (1953) Über den inneren und äußeren Stoffwechsel des gesunden und kranken Haustieres.
II. Schilddrüsen- und Nebennierenrindenfunktionstest an wachsenden Schweinen.
Zbl. Vet. Med. 1, 63-69
- Buriuana, L. M. et Fostiropol, A. (1956) Sur le mécanisme de l'action coagulante de la chymosine.
Lait 36, 593-600
- Burton, H. (1956) Colour changes in heated and unheated milk. V. The effects of temperature of measurement, pH, and the addition of certain ions on the reflectance of separated milk.
J. Dairy Res. 23, 92-104
- Cherbuliez, E. et Baudet, P. (1950) Recherches sur la caséine.
VI. Sur la transformation de la caséine en paracaséine.
Helv. chim. Acta 33, 1673-1688
- Chevalier, R., Mocquot, G., Alais, C. et Bounot, M. (1950) Relation entre la composition du phospho-caséinate de calcium et l'aptitude du lait à coaguler par la presure.
C. R. Acad. Sci. Paris 231, (3), 249-251
- Djačenko, P. F. (1958) Zur Theorie der Phosphoamidasewirkung des Labfermentes auf Kasein. (russ.)
Ber. Union-Landwirtschaftl. Akad. namens W. Lenin Nr. 1, 38 - 42
Ref.: Milchwiss. 13, 381
- Djatschenko, I. J. (1959) Isoelektrische Untersuchung der Milcheiweiße. (russ.)
Nahr. Ind. Ber. 19, 1959
Ref.: Milchwiss. 15, 316, 1960

- Labbe, F.F. (1950) Zur Theorie der Labfermantation des Caseins.
(russ.)
Molotschn. prom. Nr. 6
Ref.: Milchwiss. 6, 443, 1951
- Evenhuis, N. and Vries, T.R. de (1955/59) The condition of calcium phosphate in milk. I-VII
Nederl. Melk Zuiveltijdschr. I. 9, 146-175, 1955; II. 10, 1-9, 1956; III. 10, 101-113, 1956; IV. 10, 180-189, 1956; V. 11, 111-121, 1957; VI. 11, 213-224, 1957; VII. 13, 1-15, 1959
- Flück, P. (1955) Ein Beitrag zum Einfluß von Fluor auf die Calciumausscheidung bei der Ziege.
Bern: Diss.
- Flückiger, E. (1959) Die Wirkung der Lebertranfütterung an Milchtiere auf einige Qualitätsmerkmale und Bestandteile der Milch.
Schweiz. Milchzeitg. 85 (86. wiss. Beil. Nr. 67) 529-536
- Fricke, A. (1958) Die Labträgheit der Milch.
Milchwiss. 13, 211-214
- Fricker, A. (1958) Über einige Beobachtungen bei der Kaltlagerung bzw. Reifung der Milch.
Dtsch. Molkereizeitg. 79, 1553-1555
- Goded, A. (1953) Salts of manganese and the coagulation of milk.
Int. Dairy Congr. Den Haag 1405
Ref.: Milchwiss. 9, 66, 1954
- Hignett, S.L. (1956) The influence of calcium, phosphorus, manganese and vitamin D on heifer fertility.
III. Internat. Congr. on Anim. Reprod.
Cambridge, plenary papers 116-123
- Hippel, P.H. v. and Waugh, D.F. (1956) K-casein: micelle stabilizing protein in milk.
Fed. Proc. (Amer. Soc. Exper. Biol.) 15, 194
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 18, 677

- Hostettler, H., Rychener, E. und Künzle, L.
(1949) Untersuchungen über das in der Kuhmilch in nativem Zustand vorliegende Kasein.
Landw. Jb. Schweiz 63, 31-65
- Hostettler, H. und Ruegger, M. R.
(1950) Untersuchungen über die Labgerinnung des Säurekaseins mit besonderer Berücksichtigung der Labgerinnung in der Milch (Labgerinnung, labträge Milch).
Landw. Jb. Schweiz 64, 670-713
- Hostettler, H. und Imhoff, K.
(1951) Elektronenoptische Untersuchungen über den Feinbau der Milch.
Milchwiss. 6, 351, 400
- Hostettler, H. und Stein, J.
(1954) Beitrag zum Vorgang der Labgerinnung und zur Frage der Labstärkebestimmung.
Landw. Jb. Schweiz 68, 293-367
- Hostettler, H., Stein, J. und Imhoff, K.
(1955) Die Bestimmung des Gerinnungspunktes bei der Labgerinnung der Milch.
Milchwiss. 10, 196-205
- Jordan, P.
(1951) Probleme der Eiweiß- und Molekülstruktur.
Milchwiss. 6, 12-14
- Jungehülsing, H.
(1958) Erträge und Produktionsreserven von Futterflächen in 5 Ländern und 18 Naturräumen der Bundesrepublik.
DTW 65, Beil. Futter u. Fütterung 9, 73-95
- King, N.
(1959) Die Erscheinungsformen des Caseins in Milch und Milcherzeugnissen.
Milchwiss. 14, 292-296, 343-351
- Kirchgessner, M.
(1959) Die Wechselbeziehungen zwischen einzelnen Mengen- und Spurenelementen im Blut.
Zschr. Tierphysiol., Tierernähr., Futterm'kde. 14, 217-224

- Kiyosawa, I., Sadachiko, K. and Maeno, M.
(1958) Studies on the physical and chemical properties of casein-micelles in milk.
III. Changes of alpha-casein-micelles by the action of rennet.
Japan. J. zootechn. Sci. 29, 205-209
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 21, 171, 1959
- Koetsveld, E. E. v.
(1958) The manganese and copper contents of hair as an indication of the feeding condition of the cattle, regarding manganese and copper.
Tijdschr. Diergeneeskde. 83, 229-236
- Konovalov, V.
(1949) The coagulating power of casein. (russ.)
Mol. Prom. 10, (12), 32-34
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 12, 78, 1950/51
- Laing, J. A.
(1955) Fertility and infertility in the domestic animals.
London: Bailliere, Tindall and Cox, p. 239 ff.
- Lenkeit, W.
(1954) Beziehungen zwischen der Mineralstoff-, der Vitamin D-Versorgung bei üblicher Fütterung und der Labfähigkeit der Milch?
Molkerei- u. Käserei-Zeitg. 5, 1380-1382
- Lenkeit, W., Gimmmler, W. und Siek, K. H.
(1959) Beitrag zur Calcium- und Phosphorausscheidung mit der Milch im Ablauf der Laktation (Kuh, Sau).
Arch. Tierernähr. 9, 166-177
- Lück, H. und Joubert, F. J.
(1956/57) Der Einfluß verschiedener Herstellungs- und Behandlungsmethoden auf gewisse molekulare Eigenschaften des Kaseins.
Milchwiss. 10, 413-418, 1956, und 11, 238, 1957
- Mally, F.
(1953) Die Leistungen der Tierzucht und -haltung im Landkreis Parsberg und der Einfluß der Scholle.
München: Diss. Vet. Med.

Mazé, P. et Mazé, P. -J. (Jr.)

- (1941) Influence des sels minéraux sur le pouvoir coagulant de la presure.

C. R. Soc. Biol. Paris 135, 808-810

Mocquot, G., Alais, C. et Chevalier, R.

- (1954) Étude sur les défauts de coagulation du lait par la presure.

Ann. Inst. Nat. Rech. agron., Paris, Sér. E 3, 1-44

Ref.: Dairy Sci. Abstr. 17, 518, 1955

Mulder, H. and Shipper, C. J.

- (1959) The calcium-caseinate-phosphate complex of milk.

Internat. Dairy Congr. 1959, (3), 1670-1672

Nitschmann, H. und Varin, R.

- (1951) Das Lab und seine Wirkung auf das Casein der Milch.

IV. Die Proteolyse des Casein durch kristallisiertes Lab.

Helv. chim. Acta 34, 1421-1430

Nitschmann, H. und Keller, W.

- (1955) Das Lab und seine Wirkung auf das Casein der Milch.

IX. Über die Abspaltung von Nicht-Protein-Stickstoff (N. P. N.) aus isoliertem α - und β -Casein durch Lab.

Helv. chim. Acta 38, 942-946

Peltola, E.

- (1948) The rennet curdling ability of milk.

Meyertiet. Aikakausk 10, 123-138

Ref.: Dairy Sci. Abstr. 10, 149, 1948/49

Peltola, E.

- (1949) The coagulation of the milk of the Finnish cow with rennet.

XII. Internat. Milchwirtsch. Kongr. Stockholm Vol. 2, Sec. II, 1, 73-80

Ref.: Milchwiss. 6, 181, 1951

- Peltola, E. (1957) Die Labgerinnung der Milch mit besonderer Berücksichtigung der sogenannten labträgen Milch.
Milchwiss. 12, 473-476
- Pyne, G. T. (1945) Rennet hysteresis and the calcium-phosphate of milk.
Biochem. J. 39, 385-390
- Pyne, G. T. (1951) Casein heterogeneity and the rennet coagulation.
Chem. and Ind., London, 1951, 171-172
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 13, 205
- Richter, K. und Oslage, H. J. (1956) Untersuchungen über die Mineralstoffversorgung von Milchkühen unter verschiedenen Fütterungsbedingungen.
Züchtungskde. 28, 148-168
- Roth, W. D. (1956) Über die Zusammenhänge zwischen Blut-Calcium-Spiegel und Sterilität bei Kühen im Weidegebiet des württ. Allgäus sowie über die Behandlung dieser Sterilitätsform mit A. T. 10.
Berlin: Diss. Vet. Med.
- Salati, W. (1952) Sulla determinazione del titolo de caglio.
Mondo Latte 1952, (4), 213-217
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 14, 804
- Sasaki, R., Tsugo, T. and Nakai, S. (1955) The relationship between calcium in milk and rennet coagulation.
J. agric. Chem. Soc. Japan 29, 292
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 18, 687, 1956
- Schmid, A. und Zollikofer, E. (1954) Die Labfähigkeit der Alpmilch.
Schweiz. Milchzeitg. 80 (1040 wiss. Beil. 21) 161-163
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 17, 518, 1955

- Schulz, M.E. (1951) Die Dynamik der Labgerinnung in der Käserei.
Milchwiss. 6, 74 und 112
- Schwarz, G. und Mumm, H. (1948) Einfluß der Kühllhaltung von Milch auf einige Bestandteile des Ultrafiltrates von Milch und Molke.
Molkereizeitg. Hildesheim 2, (6), 79-81
- Schwarz, G., Castillo, H. und Mumm, H. (1952) Untersuchungen über einige Bestandteile der in der Marsch und Geest gewonnenen Milch.
Milchwirtschaftl. Forsch. ber. 4, 243-247
- Seekles, L. et Smeets, W.G.T.M. (1954) L'instabilité du lait par suite d'une augmentation de la teneur en ions de calcium.
Recherches des causes et remedies de l'instabilité du lait dite "anomalie d'Utrecht".
Lait 34, 339-340, 610-627
- Snedecor, G.W. (1956) Statistical methods. 5th ed.
Ames, Iowa: Iowa State College Press
- Theiler, A. and Green, H.H. (1932) Aphosphorosis in ruminants.
Nutr. Abstr., Review 1, 359-385
- Verma, I.S. and Gehrke, C.W. (1959) The enzymic phase of the coagulation of milk by rennet.
Internat. Dairy Congr. 2, 648-654
- Vilegzhanin, M.Z. (1942) An examination of the cause of poor activity of milk in connection with rennet.
Proc. Vologda agric. Inst. 1942, pp. 275-309
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 7, 139-140, 1945/46
- Waarden, M. v. d. (1948) Experiments on the factors affecting the whey-separation of coagulated milk.
Versl. algem. med. Zuivelb., s'Grav. 1945-1947, pp. 7-10
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 13, 80, 1951

- Wake, R. G. (1959) Studies of casein.
V. The action of rennet on casein.
Austral. J. biol. Sci. 12, 479-489
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 22, 262, 1960
- Wakui, K. and Kawachi, S. (1954) Substances which affect milk coagulation
by rennet extracts.
J. Pharm. Soc. Japan 74, 1129-1131
Ref.: Milchwiss. 11, 363, 1956
- Waugh, D. F. and Hippel, P. H. (1956) K-casein and the stabilisation of casein
micelles.
J. Amer. chem. Soc. 78, 4576-4582
- Waugh, D. F. and Gillespie, J. M. (1958) Structure of the stoichiometric complex
of α - and K-caseins.
Abstr. Pap. Amer. chem. Soc. 1958, 50
Ref.: Dairy Sci. Abstr. 20, 1032
- Wauschkuhn, B. (1954) Zusammenhänge zwischen Vitamin D und
der Verkäsbarkeit der Milch.
Molkerei- u. Käserei-Zeitg. Hildesheim 5,
709-712
- White, J. C. D. and Davies, D. T. (1958) The relation between the chemical compo-
sition of milk and the stability of the
caseinate-complex.
J. Dairy Res. 25, 281

L e b e n s l a u f

Am 31. Dezember 1934 wurde ich als zweiter Sohn des Diplom-Ingenieurs Kurt Weißweiler und seiner Ehefrau Susanna, geb. Muchlinski, in Köln-Mülheim geboren.

Vom Frühjahr 1946 ab besuchte ich das Städtische Naturwissenschaftliche Gymnasium in Köln-Mülheim und bestand dort am 2. März 1955 die Reifeprüfung.

Im Sommersemester 1955 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Justus-Liebig-Hochschule in Gießen. Im Wintersemester 1955/56 setzte ich dann das Studium an der Universität München fort, wo ich im Sommersemester 1956 das Vorphysikum und nach dem Wintersemester 1956/57 das Physikum ablegte.

Ende des Sommer-Semesters 1959 unterzog ich mich der tierärztlichen Hauptprüfung und beendete sie im April 1960.

Danach widmete ich mich wieder der vorliegenden Arbeit, die ich bereits im Sommer 1958 begonnen hatte, bis zum Ende des Jahres 1960.

Seit Anfang 1961 bin ich als Veterinärpraktikant bei Herrn Tierarzt Dr. G. Breuer in Warendorf tätig.

